

UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

Faculdade de Ciências e Tecnologia

Departamento de Ciências e Engenharia do Ambiente

Efeito Ilha de Calor na cidade de Lisboa – Proposta de medidas de mitigação

Filipa Gomes Joaquim

Dissertação apresentada na Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia do Ambiente, perfil Engenharia Ecológica

Orientadora: Engenheira Maria Helena da Silva Farrall

Lisboa
2011

Aos meus pais.
Que (tanto) esperaram por este momento.

AGRADECIMENTOS

Esta dissertação é o culminar de um longo percurso, que agora termino com orgulho e realização pessoal. Chegar aqui não dependeu apenas de mim e, se concluí este trabalho, devo-o a algumas pessoas às quais deixo o meu profundo agradecimento.

Em primeiro lugar, à minha orientadora, Engenheira Maria Helena Farrall. Sem o seu apoio, a sua determinação, o seu espírito e constante desafio não teria sido possível chegar até aqui.

Às pessoas que permitiram a realização deste trabalho: Arq. Rui Ricardo e Arq^a. Carla Duarte da Direcção Municipal de Planeamento Urbanístico da Câmara Municipal de Lisboa; Dra. Fátima Candoso e Dr. Luís Faustino da Administração Central do Sistema de Saúde; Dra. Ana Margarida Rosa e D. Luzia Stevens do Instituto Nacional de Estatística; Sr. António Caneira e Dr. Victor Prior do Instituto de Meteorologia; Professor Doutor José Delgado Domingos e Engenheira Rosa Trancoso do Instituto Superior Técnico; Professora Doutora Maria João Alcoforado, Professor Doutor Henrique Andrade e Professor Doutor António Lopes do Centro de Estudos Geográficos da Universidade de Lisboa.

Aos meus pais, Isabel e João, que me deram esta oportunidade e que sempre me apoiaram, mesmo quando eu achava que não ia conseguir alcançar o meu objectivo. Devo-lhes tudo o que sou, graças aos valores e determinação que me transmitiram.

À Inês, a minha “pequenina”, por se ter tornado tão “grande” e um exemplo a seguir. Obrigada pelo amor e amizade incondicional que sempre demonstrou.

Aos meus avós, que me acompanharam ao longo da vida.

Ao Gonçalo, por me ajudar a seguir em frente, por me encorajar a ultrapassar os meus limites e por me ouvir. Obrigada pelos ideais que me ensinou.

À família Santos, pelo acolhimento que sempre me deu e pela preocupação e carinho que demonstrou.

Aos familiares, amigos e colegas que directa ou indirectamente me auxiliaram na realização deste trabalho.

Obrigada a todos.

SUMÁRIO

A ICU é o fenómeno que melhor exprime as alterações climáticas induzidas por actividades de origem antropogénica, resultando normalmente de modificações na cobertura do solo e na composição da atmosfera.

Este fenómeno urbano, amplamente documentado na literatura, traduz-se por um padrão de temperaturas mais elevadas no centro da cidade, quando comparadas com as áreas periféricas e as menos densamente povoadas.

Como consequência do excesso de calor que se faz sentir nas áreas urbanas, é importante estudar os potenciais efeitos que este pode induzir no estado de saúde e na qualidade de vida das pessoas.

Neste âmbito, a presente investigação, que considerou como unidade de análise a freguesia, avalia a influência do excesso de temperaturas, bem como do efeito de ICU, na morbilidade e mortalidade das populações. O estudo evidenciou padrões de distribuição de temperaturas associados às diferentes distribuições de morbilidade e mortalidade.

Os resultados obtidos permitem evidenciar a importância que a impermeabilização e urbanização das cidades assumem nesta dinâmica, estando também associadas às flutuações das variáveis analisadas. Nesta medida, ressalva-se o facto de terem surgido novas questões de investigação que se consideram de extrema relevância para a explicação detalhada das relações evidenciadas.

Finalmente, definem-se as considerações generalistas a ter em conta na minimização das consequências da ICU para a população, mas, com especial enfoque, na indicação de estudos complementares que devem ser levados a cabo para responder às novas questões.

ABSTRACT

The UHI is the phenomenon that best expresses climate changes induced by anthropogenic activities, resulting from changes in land cover and composition of the atmosphere.

This urban phenomenon, amply documented in literature, is reflected in a higher temperatures pattern in the city's center, compared with outlying areas and less densely populated areas.

As result of heat excess that is felt in urban areas, it is important to study the potential effect which may induce in urban population's health and their quality of life.

In this context, the current research, that has parish as the unit of analysis, examines the influence of excessive temperatures, and the effect of UHI, in population's morbidity and mortality. The study has shown temperature's distribution patterns that are associated with different morbidity and mortality distributions.

The results obtained allow highlighting the importance of sealing and urbanization of cities in this dynamic, whose are associated with fluctuations of the analyzed variables. To that extent, it is emphasized that new issues have arisen from research that should be taken into consideration for further detailed explanation of the relations found.

Finally, it is presented a proposal, where it is described the general considerations that can minimize the UHI consequences for the population, having the main concern of suggest new studies that should be conducted to answer these new questions.

LISTA DE ACRÓNIMOS

aC – antes de Cristo

ACSS – Administração Central do Sistema de Saúde

AEA – Agência Europeia do Ambiente

AML – Área Metropolitana de Lisboa

ANPC – Autoridade Nacional de Protecção Civil

APA – Agência Portuguesa do Ambiente

ARS – Administração Regional de Saúde

ASN – Autoridade de Saúde Nacional

CFL – Compact Fluorescent Lamp

CML – Câmara Municipal de Lisboa

CO₂ – Dióxido de carbono

DGS – Direcção Geral de Saúde

DIUG – Divisão de Informação Urbana Georreferenciada

EUA – Estados Unidos da América

GCD's – Grandes Categorias de Diagnóstico

GEE – Gases de Efeito de Estufa

GPS – Global Positioning System

HARC – Houston Advanced Research Center

ICU – Ilha de Calor Urbana

IM – Instituto de Meteorologia

INE – Instituto Nacional de Estatística

INSRJ – Instituto Nacional de Saúde Dr. Ricardo Jorge

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change

IRS – Imposto sobre o Rendimento de Pessoas Singulares

LED – Light-emitting Diode

MARS – Multivariate Adaptive Regression Splines

NASA – National Aeronautics and Space Administration

OIM – Organização Internacional para as Migrações

OMS – Organização Mundial de Saúde

ONSA – Observatório Nacional de Saúde

PAST – Palaeontological Statistics

PNAC – Plano Nacional para as Alterações Climáticas

PNAEE – Plano Nacional de Acção para a Eficiência Energética

QREN – Quadro de Referência Estratégico Nacional

SIG – Sistemas de Informação Geográfica

SNS – Serviço Nacional de Saúde

SPSS – Statistical Package for the Social Sciences

SVF – Sky View Factor

TEP – Toneladas equivalente de petróleo

UE – União Europeia

UHI – Urban Heat Island

USEPA – United States Environmental Protection Agency

ÍNDICE DE MATÉRIAS

1. PREÂMBULO.....	1
1.1. Enquadramento geral.....	1
1.2. Motivação e objectivos	7
1.3. Metodologia de investigação e estrutura do documento	10
2. ESTADO DA ARTE	15
2.1. Conceito e formação de ilha de calor urbana.....	15
2.2. Implicações da ocorrência do fenómeno.....	24
2.3. Metodologias de avaliação e medidas de mitigação	31
2.4. Enquadramento legal e político.....	37
3. QUADRO DE REFERÊNCIA PARA A CIDADE DE LISBOA.....	45
3.1. Crescimento da malha urbana e evolução da tipologia de construção	45
3.2. Morbilidade e mortalidade – relação saúde-ambiente.....	53
3.3. O clima urbano e a sua relação com a saúde	60
3.4. Importância energética na cidade: matriz energética	69
4. ESTUDO EMPÍRICO – ILHA DE CALOR DE LISBOA.....	75
4.1. Área de estudo e metodologia aplicada	75
4.2. Resultados da análise exploratória de variáveis	87
4.3. Resultados da análise de correlações e explicativa	99
4.4. Discussão de resultados e proposta de medidas	115
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	122
BIBLIOGRAFIA	124

APÊNDICE I – DADOS DEMOGRÁFICOS.....	135
APÊNDICE II – DADOS METEOROLÓGICOS.....	145
APÊNDICE III – DADOS DE MORBILIDADE	153
APÊNDICE IV – DADOS DE MORTALIDADE.....	163
APÊNDICE V – DADOS GEOGRÁFICOS	171
APÊNDICE VI – ANÁLISE DE CORRELAÇÕES E EXPLICATIVA	173

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 – Variáveis do balanço de calor urbano (Robel, <i>et al.</i> , citado por Baumüller, <i>et al.</i> , 2008).	1
Figura 1.2 – Esquematização dos factores potenciadores da ICU.....	2
Figura 1.3 – Desastres naturais ocorridos nos países membro da AEA: 1980-2009 (Agência Europeia do Ambiente, 2010).....	3
Figura 1.4 – Perdas associadas aos desastres naturais ocorridos nos países membro da AEA: 2009 (Agência Europeia do Ambiente, 2010).....	3
Figura 1.5 – Mortes por exposição a temperaturas extremas, entre 1975-2000: ondas de calor e ondas de frio (Worldmapper, 2010).	4
Figura 1.6 – População que habitará áreas urbanas entre 2002 e 2015 (Worldmapper, 2010).	4
Figura 1.7 – Distribuição da população portuguesa, 2003 (Worldmapper, 2010).....	5
Figura 1.8 – Previsão da evolução das populações urbana Vs. rural para Portugal ...	6
(Secretariado das Nações Unidas, 2009).....	6
Figura 1.9 – Previsão da evolução da população de Lisboa e Porto.....	6
(Secretariado das Nações Unidas, 2009).....	6
Figura 1.10 – Fluxograma da metodologia geral de investigação.	12
Figura 2.1 – Esquematização do <i>Urban Canyon</i> (Nunez & Oke, 1976).	17
Figura 2.2 – Factores que contribuem para a formação da IC urbana.	20
Figura 2.3 – Esquematização dos factores de formação da ICU e sua interacção (Memon, <i>et al.</i> , 2007).	23
Figura 2.4 – Evolução das temperaturas médias globais no período 1990-2009 (NASA, 2010).	25
Figura 2.5 – Evolução do consumo energético nos EUA (U.S.Energy Information Administration, 2010).	25
Figura 2.6 – Imagem térmica sobreposta a imagem de satélite, cidade de Lisboa (Domingos, 2009a).....	33

Figura 3.1 – Taxa de mortalidade (nm _x) – mulheres (Oliveira, 2010).....	57
Figura 3.2 – Taxa de mortalidade (nm _x) – homens (Oliveira, 2010).....	57
Figura 3.3 – Óbitos – mulheres (Oliveira, 2010).	57
Figura 3.4 – Óbitos – homens (Oliveira, 2010).	57
Figura 3.5 – Padrão de mortalidade por sexo, Portugal, 1995, 2000 e 2005 – Tumores Malignos (Oliveira, 2010).....	58
Figura 3.6 – Padrão de mortalidade por sexo, Portugal, 1995, 2000 e 2005 – Doenças do Sistema Circulatório (Oliveira, 2010).	58
Figura 3.7 – O clima e os factores condicionantes do estado de saúde (adaptado de Hollander & Staatsen, 2003; Alcoforado & Andrade, 2007).....	65
Figura 3.8 – Calor Armazenado em Lisboa (Lopes, 2003).	71
Figura 3.9 – Consumo anual de energia primária <i>per capita</i> (Sá, <i>et al.</i> , 2005).....	72
Figura 3.10 – Desagregação do consumo de energia primária por formas de energia – Concelho de Lisboa (Sá, <i>et al.</i> , 2005).....	73
Figura 3.11 – Desagregação do consumo de energia primária por tipologia de utilização – Concelho de Lisboa (Sá, <i>et al.</i> , 2005).....	73
Figura 3.12 – Desagregação do consumo de energia primária correspondente aos edifícios de serviços – Concelho de Lisboa (Sá, <i>et al.</i> , 2005).....	74
Figura 3.13 – Desagregação do consumo de energia primária correspondente aos edifícios residenciais – Concelho de Lisboa (Sá, <i>et al.</i> , 2005).....	74
Figura 4.1 – Identificação e localização do concelho de Lisboa.	75
Figura 4.2 – Fluxograma da metodologia de análise dos dados demográficos.	79
Figura 4.3 – Fluxograma da metodologia de análise dos dados meteorológicos.	80
Figura 4.4 – Fluxograma da metodologia de análise dos dados de morbilidade.	81
Figura 4.5 – Fluxograma da metodologia de análise dos dados de mortalidade.	82
Figura 4.6 – Fluxograma da metodologia de análise da informação SIG para a cidade de Lisboa.....	83
Figura 4.7 – Fluxograma da metodologia de análise da informação SIG do fluxo de calor armazenado.	84

Figura 4.8 – Fluxograma da metodologia de análise da informação SIG da impermeabilização do solo.	85
Figura 4.9 – Fluxogramas da análise de correlações das variáveis.	86
Figura 4.10 – Fluxogramas da análise explicativa das variáveis.	86
Figura 4.11 – Agrupamento de freguesias de acordo com as faixas etárias da população.	87
Figura 4.12 – Localização geográfica das estações meteorológicas.	88
Figura 4.13 – Média das temperaturas mínimas (série temporal 2000-2008).	88
Figura 4.14 – Média das temperaturas máximas (série temporal 2000-2008).	89
Figura 4.15 – Média das temperaturas médias (série temporal 2000-2008).	89
Figura 4.16 – Agrupamento de freguesias de acordo com morbilidade anual (%) ocorrida, 2002-2008.	92
Figura 4.17 – Agrupamento de freguesias de acordo com mortalidade anual (%) ocorrida, 2002-2008.	94
Figura 4.18 – Representação gráfica da impermeabilização e energia acumulada por freguesia.	97
Figura 4.19 – Representação gráfica das áreas edificada e verde por freguesia (valores em %).	98
Figura 4.20 – Monsanto e <i>buffers</i> correspondentes às distâncias analisadas.	102
Figura 4.21 – Rio Tejo e <i>buffer</i> correspondente à distância analisada.	104
Figura 4.22 – Rio Tejo e <i>buffers</i> correspondentes às distâncias analisadas.	107
Figura III.1 – Gráficos referentes à morbilidade anual por hospital de Lisboa (valores em %).	157
Figura III.2 – Gráficos referentes à morbilidade anual por freguesia de Lisboa (valores em %).	158
Figura III.3 – Gráficos referentes ao agrupamento de freguesias, resultante da análise <i>cluster</i> à morbilidade por freguesias (valores em %).	161
Figura IV.1 – Gráficos referentes à mortalidade anual por freguesia de Lisboa (valores em %).	166

Figura IV.2 – Gráficos referentes ao agrupamento de freguesias, resultante da análise <i>cluster</i> à mortalidade por freguesias (valores em %).	169
Figura V.1 – Primeiro teste de Kolmogorov-Smirnov.	171
Figura V.2 – Segundo teste de Kolmogorov-Smirnov.	171
Figura V.3 – Histogramas da logaritmização dos valores da distância ao rio por freguesia.	172

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1.1 – Cronograma dos diferentes períodos do trabalho.	10
Tabela 1.2 – Informação obtida para realização do estudo.....	10
Tabela 1.3 – Organização do documento da dissertação.	12
Tabela 2.1 – Principais diferenças entre a ICU de superfície e a ICU atmosférica (USEPA, 2008d).....	18
Tabela 2.2 - Metodologia aplicada na criação de mapas de climatopos (com base em Alcoforado, <i>et al.</i> , 2005).	33
Tabela 2.3 - Medidas de mitigação da Ilha de Calor Urbana.	35
Tabela 2.4 – Síntese dos documentos legisladores na área energético-ambiental...40	
Tabela 2.5 – Medidas e objectivos do PNAEE (Direcção Geral de Geologia e Energia, 2008:4-5).....	42
Tabela 3.1 – Causas de Morte em Portugal (%), valores médios 2004-2006 (Oliveira, 2010).	58
Tabela 3.2 – Evolução da assistência médica nos estabelecimentos do SNS (George, <i>et al.</i> , 2007).	59
Tabela 3.3 – Modificações de parâmetros climáticos consequentes da expansão urbana.	64
Tabela 3.4 – Balanço energético para o meio urbano (de acordo com Douglas, citado por Monteiro, 1998).	69
Tabela 4.1 – Caracterização demográfica do concelho de Lisboa, por freguesias. ..	76
Tabela 4.2 – Caracterização do tecido edificado do concelho de Lisboa, por freguesias.....	78
Tabela 4.3 – Matriz resultante do teste de Friedman: Temperaturas médias; todas as estações excepto Loures.....	90
Tabela 4.4 – Matriz resultante do teste de Friedman: Temperaturas mínimas; todas as estações excepto Loures e Estrela.....	90
Tabela 4.5 – Matriz resultante do teste de Friedman: Temperaturas máximas; todas as estações.	90

Tabela 4.6 – Matriz resultante do teste de Friedman: Dif. temp.máx.-temp.mín.; todas as estações.....	91
Tabela 4.7 – Matriz das distâncias geográficas das estações meteorológicas (km). 91	
Tabela 4.8 – Elementos físicos das freguesias de Lisboa.	95
Tabela 4.9 – Espaço construído das freguesias de Lisboa.....	96
Tabela I.1 – Pirâmides etárias das freguesias e concelho de Lisboa.	135
Tabela I.2 – Agrupamentos resultantes da análise <i>cluster</i> : Demografia por faixa etária de cada freguesia (efectivos populacionais em %).	142
Tabela I.3 – Gráficos referentes ao agrupamento de freguesias, resultante da análise <i>cluster</i> à constituição etária (valores em %).	142
Tabela I.3 – Gráficos referentes ao agrupamento de freguesias, resultante da análise <i>cluster</i> à constituição etária (valores em %) (continuação).....	143
Tabela II.1 – Parâmetros das estações meteorológicas.	145
Tabela II.2 – Médias de temperaturas da série temporal 2002-2008.....	145
Tabela II.3 – Teste de Friedman: Temperaturas médias; todas as estações excepto Loures e Estrela.....	146
Tabela II.4 – Teste de Friedman: Temperaturas médias; todas as estações.	146
Tabela II.5 – Teste de Friedman: Temperaturas mínimas; todas as estações.	146
Tabela II.6 – Teste de Friedman: Temperaturas mínimas; todas as estações excepto Loures.....	147
Tabela II.7 – Teste de Friedman: Temperaturas máximas; todas as estações excepto Loures e Estrela.....	147
Tabela II.8 – Teste de Friedman: Diferencial temp.máximas-temp.mínimas; todas as estações excepto Loures.	147
Tabela II.9 – Teste de Friedman: Diferencial temp.máximas-temp.mínimas; todas as estações excepto Loures e Estrela.	148
Tabela II.10 – Análise <i>cluster</i> : Temperaturas médias anuais por estação.....	148
Tabela II.12 – Análise <i>cluster</i> : Temperaturas médias – Julho, Agosto e Setembro por estação.	150

Tabela III.1 – Freguesias e população abrangidas por hospital.	153
Tabela III.2 – Morbilidade registada por hospital da cidade de Lisboa (nº de internamentos).	155
Tabela III.3 – Morbilidade registada por freguesia da cidade de Lisboa (nº e % de internamentos).	156
Tabela III.4 – Grandes Categorias de Diagnóstico.	160
Tabela III.5 – Análise <i>cluster</i> : morbilidade por hospital e freguesia.	160
Tabela IV.1 – Erros dos dados de mortalidade com causas, faixas etárias e sexos associados.	163
Tabela IV.2 – Erros dos dados de mortalidade por faixas etárias.	164
Tabela IV.3 – Mortalidade registada por freguesia da cidade de Lisboa (nº e % de óbitos).	165
Tabela IV.4 – Classificação Internacional de Doenças.	168
Tabela IV.5 – Agrupamentos resultantes da análise <i>cluster</i> : mortalidade por freguesia.	168
Tabela VI.1 – Matriz de correlações de Pearson: parâmetros físicos e temperaturas (freguesias).	173
Tabela VI.2 – Matriz de correlações de Pearson: parâmetros físicos e temperaturas (estações meteorológicas).	174
Tabela VI.3 – Matriz de correlações de Pearson: faixas etárias.	174
Tabela VI.4 – Matriz de correlações de Pearson: parâmetros físicos, morbilidade e mortalidade (freguesias).	175
Tabela VI.5 – Matriz de correlações de Pearson: temperaturas, morbilidade e mortalidade.	176
Tabela VI.6 – <i>Outputs</i> da análise à variável de resposta Temperatura.	177
Tabela VI.7 – <i>Outputs</i> da análise à variável de resposta Morbilidade.	178
Tabela VI.8– <i>Outputs</i> da análise à variável de resposta Mortalidade.	181

1. PREÂMBULO

1.1. ENQUADRAMENTO GERAL

Em 1978, T. R. Oke abordou a temática do clima e a sua importância no ambiente urbano. Na sua obra *Boundary Layer Climates*, identificou determinados factores de origem antropogénica responsáveis por alterações climáticas em áreas urbanas, como por exemplo, mudanças de fluxos de ventos, de balanços energéticos, de temperatura, de humidade e de precipitação (Oke, 1978).

Também Baumüller, *et al.* (2008) defendem que a criação de um clima distinto nas cidades se traduz em alterações dos balanços energéticos e dos campos de vento. A responsabilidade atribuída às áreas urbanas deve-se a factores como a saturação do ar pelas partículas provenientes do tráfego rodoviário e da indústria, o tamanho da cidade, a sua topografia, assim como a geometria urbana.

As alterações mais comuns do clima urbano, amplamente documentadas, estão associadas à componente térmica da cidade, pois, como referido, é substancialmente modificada. A Figura 1.1 representa o balanço do calor urbano.

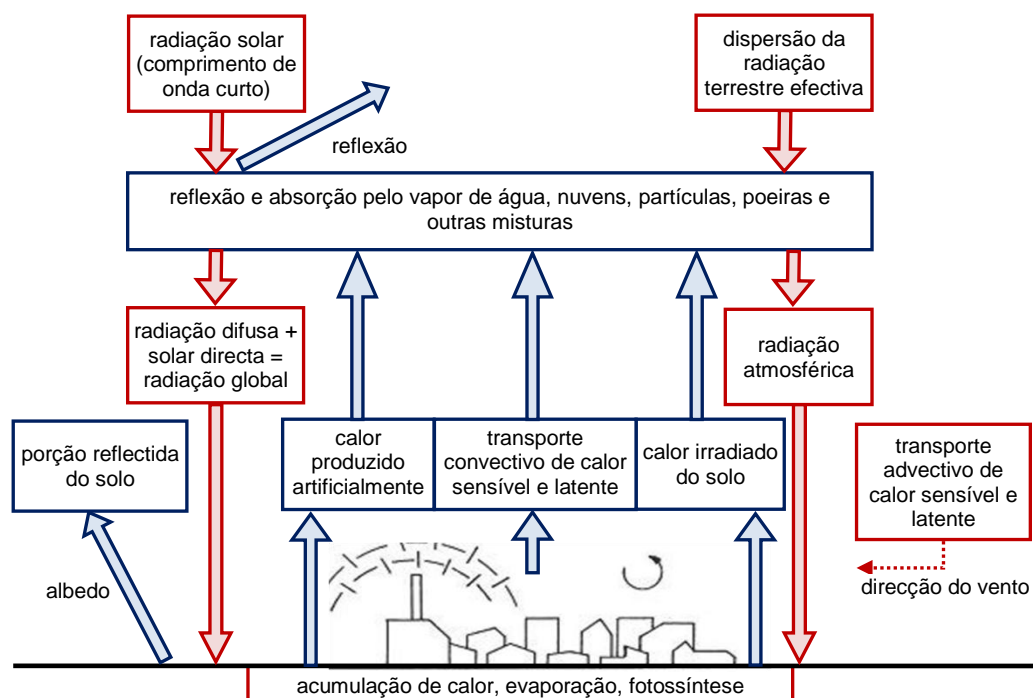


Figura 1.1 – Variáveis do balanço de calor urbano (Robel, *et al.*, citado por Baumüller, *et al.*, 2008).

As variáveis que apresentam maior expressividade nas alterações induzidas pelo espaço urbano são: i) a radiação solar absorvida e reflectida – reduzidas pela presença de matéria particulada (gases poluentes e aerossóis): reduções na ordem dos 5% no Verão e 30% no Inverno; ii) a radiação global – reduzida em cerca de 20%; iii) evaporação – a diminuição de solo livre e a menor proporção de espaços verdes reduz a evaporação, aumentando, assim, as temperaturas na cidade; e iv) acumulação de calor – a porção de calor armazenado é maior, consoante mais denso é o tecido urbano construído (Landsberg, 1981; Baumüller, *et al.*, 2008).

A redução da dispersão de radiação deve-se, em grande parte, aos elevados níveis de concentração de gases poluentes na atmosfera da cidade. A sua capacidade de absorção de radiação com elevado comprimento de onda conduz ao aumento das temperaturas da cidade – conhecido como o *efeito de estufa local*. Este fenómeno é denominado por efeito de ilha de calor urbana (Baumüller, *et al.*, 2008).



Nos últimos séculos tem-se assistido ao desenvolvimento das cidades, associado a um crescimento exponencial da população mundial. A par das necessidades de criação de infra-estruturas, construção de edifícios, estradas, etc., têm-se verificado alterações profundas no uso e ocupação do solo e uma ausência de qualquer planeamento urbano. Cria-se, assim, as condições necessárias para a formação da ICU (como esquematizado na Figura 1.2).

Figura 1.2 – Esquematização dos factores potenciadores da ICU.

De acordo com a Agência Europeia do Ambiente (2010), o número de desastres ambientais ocorridos nos países membro da AEA, nos quais se incluem as temperaturas extremamente elevadas, tem registado um aumento desde a década de 1980. Na Figura 1.3, pode observar-se a tendência crescente deste tipo de episódios para o período em análise, 1980-2009, com especial relevância para os acontecimentos relacionados com o clima e a meteorologia.

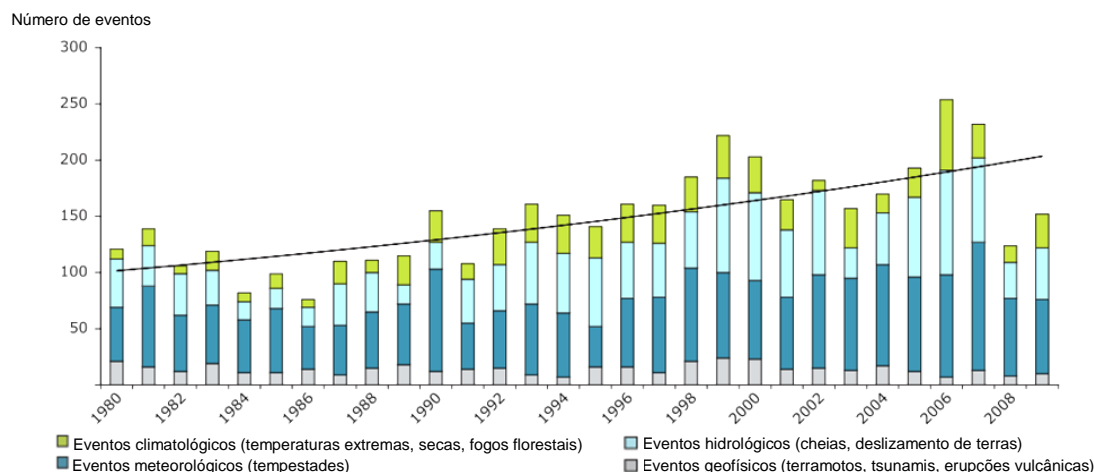


Figura 1.3 – Desastres naturais ocorridos nos países membro da AEA: 1980-2009 (Agência Europeia do Ambiente, 2010).

Os gráficos apresentados em seguida permitem compreender a magnitude e o impacto que este tipo de eventos acarreta para as populações e economias europeias.

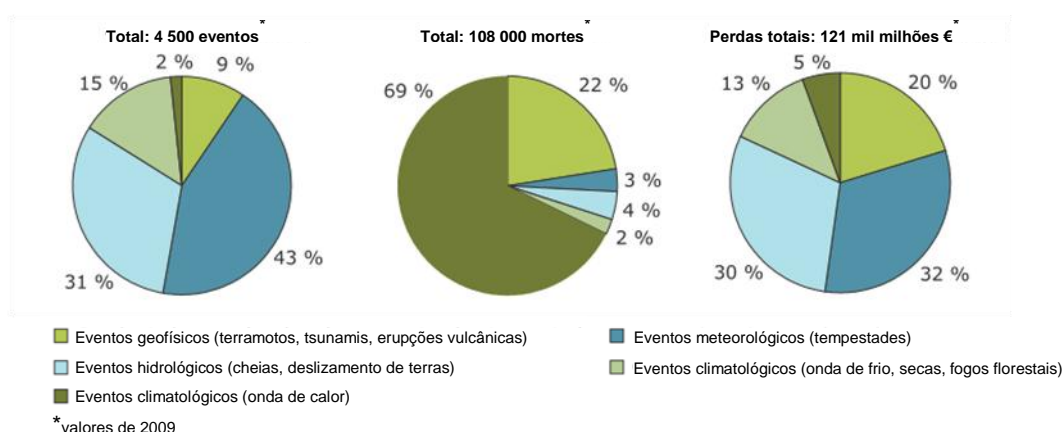


Figura 1.4 – Perdas associadas aos desastres naturais ocorridos nos países membro da AEA: 2009 (Agência Europeia do Ambiente, 2010).

É importante salientar o facto de os eventos associados aos episódios de temperaturas elevadas (ondas de calor) representarem apenas 2% do total de

eventos registado. Contudo, as suas consequências ao nível da mortalidade apresentam uma magnitude bastante elevada – 69% das mortes associadas a episódios naturais extremos são devidas a ondas de calor.

A Figura 1.5 apresenta um mapa mundial referente às mortes por exposição a temperaturas excessivas, no período compreendido entre os anos 1975-2000.

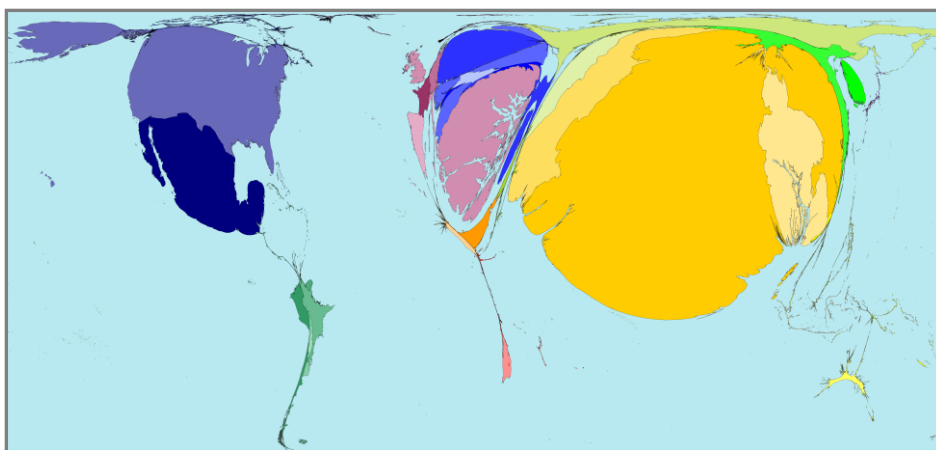


Figura 1.5 – Mortes por exposição a temperaturas extremas, entre 1975-2000: ondas de calor e ondas de frio (Worldmapper, 2010).

Os óbitos registados no período indicado totalizaram 15 mil episódios, sendo que as zonas mais afectadas são as que correspondem às áreas do mapa mais “insufladas” (Worldmapper, 2010).

A par desta ilustração, pode visualizar-se na Figura 1.6 a previsão de crescimento mundial da população urbana.

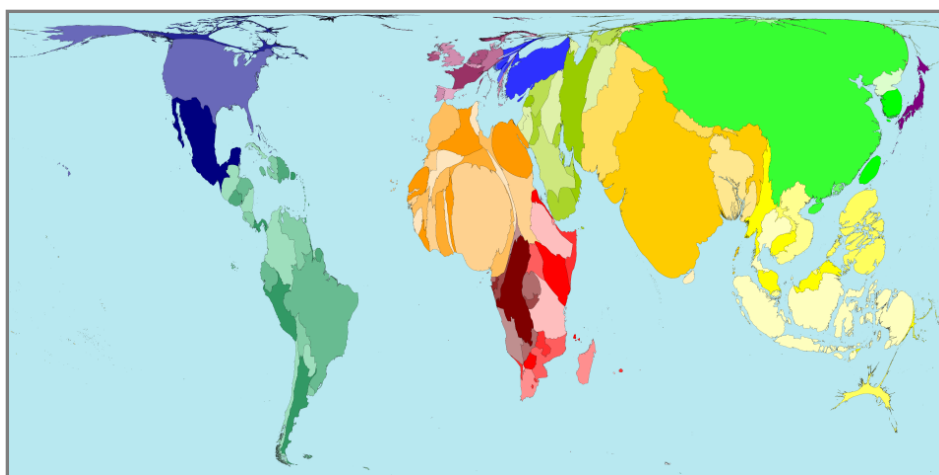


Figura 1.6 – População que habitará áreas urbanas entre 2002 e 2015 (Worldmapper, 2010).

É espectável que se verifique um aumento total de 888 milhões de pessoas a viver em áreas urbanas de 186 territórios, no período entre 2002 e 2015 (Worldmapper, 2010).

Analisando simultaneamente os dois mapas anteriores, verifica-se que as áreas que registam maior número de óbitos por exposição a temperaturas extremas são áreas que, naturalmente com proporções diferentes, apresentam, também, maior expansão potencial da população urbana.

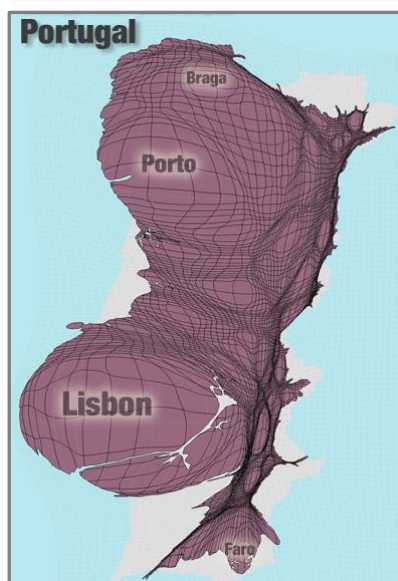


Figura 1.7 – Distribuição da população portuguesa, 2003 (Worldmapper, 2010).

O caso nacional não é excepção. Em 2003, de acordo com a Figura 1.7, as áreas urbanas, como Lisboa e Porto, já se apresentavam como as mais densas em termos populacionais. Há uma clara tendência para a preferência pelas cidades, pois apresentam melhores serviços para a população, oportunidades mais atractivas e melhores condições de subsistência que os meios rurais podem não assegurar.

A escolha dos centros urbanos constitui uma opção cada vez mais consistente para a população, aumentando as disparidades entre os meios urbanos e os meios rurais. As projecções de crescimento populacional apontam para um aumento da população portuguesa nas cidades, a par de uma diminuição da população nos meios rurais. Na Figura 1.8 pode comprovar-se esta tendência, podendo, ainda, observar-se na Figura 1.9 a projecção para as cidades de Lisboa e Porto.

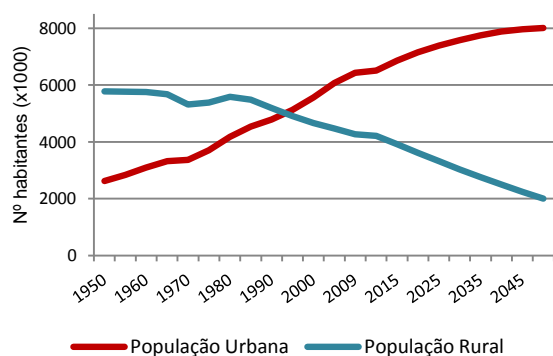


Figura 1.8 – Previsão da evolução das populações urbana Vs. rural para Portugal (Secretariado das Nações Unidas, 2009).

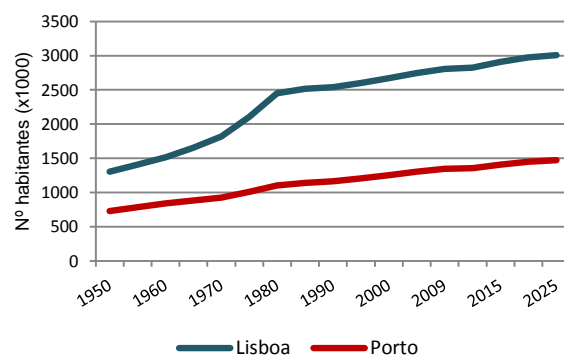


Figura 1.9 – Previsão da evolução da população de Lisboa e Porto (Secretariado das Nações Unidas, 2009).

Com a tendência verificada para as populações urbanas, cada vez mais pessoas em todo o mundo vão habitar nas cidades. Isto implica que o número de pessoas que estará exposto às alterações climáticas locais dos centros urbanos será consecutivamente maior. O clima urbano e as suas consequências terão uma magnitude tendencialmente maior, afectando a saúde e a qualidade de vida de mais indivíduos citadinos.

O estudo do clima urbano assume, assim, um papel prioritário, pois a influência das áreas urbanas nos elementos climáticos locais tornar-se-á mais notória. As consequências ao nível da saúde e bem-estar das populações urbanas apresentarão magnitudes maiores, exigindo que o clima urbano seja considerado no planeamento e nas políticas estratégicas transversais.

Este fenómeno tem merecido grande ênfase a nível mundial, devido à sua importância e contributo para o aquecimento global. Salienta-se, então, que, apesar de ser um fenómeno com especial impacte nas cidades, não deixa de afectar a dinâmica climática a uma escala global.

1.2. MOTIVAÇÃO E OBJECTIVOS

Tendo em conta os paradigmas expostos na secção anterior, actualmente a população mundial depara-se, cada vez com mais frequência, com episódios climáticos extremos.

Apesar das alterações climáticas e das suas consequências desastrosas serem amplamente documentadas e estudadas pelas comunidades científicas mundiais, a generalidade dos agentes decisores não priorizam esta temática nas suas políticas de actuação. Evidência de tal facto é que, todos os anos, milhares de pessoas em todo o mundo continuam expostos a estes riscos e a ser vítimas de diversos tipos de catástrofes relacionadas com factores climáticos.

A OIM tem focado as suas atenções nos movimentos migratórios decorrentes de desastres ambientais. No seu relatório de 2009, a organização revela que, em 2008, se verificou a migração de 20 milhões de pessoas em todo o mundo devido às alterações climáticas. O mesmo documento estima que este fenómeno atinja os 50 milhões de pessoas em 2010 e os 200 milhões em 2050. Este aumento considerável traduz a incapacidade de as populações se conseguirem adaptar às mudanças climáticas, espelho da ausência de medidas eficientes de minimização de impactes e protecção das pessoas (Organização Internacional para as Migrações, 2009).

Num período em que, globalmente, se medem esforços para minimizar estes efeitos, emerge a necessidade de criar políticas que actuem localmente. A criação de medidas restritivas para emissões de carbono e protocolos que comprometam os países a alterar os seus desempenhos e comportamentos ambientais, não é suficiente para proteger as populações a uma escala local.

É neste contexto que surge a ICU, definida como o efeito de estufa ao nível das cidades. Tal como o efeito de estufa global, a ICU deve ser combatida e minimizada

com acções locais, pois é responsável por alterações da dinâmica climática da cidade e, conseqüentemente, por situações de desconforto térmico.

Apesar de estudado e conhecido pela comunidade científica, quer internacional quer nacional, é um conceito que não faz parte do quotidiano das pessoas. A grande maioria dos cidadãos desconhece por completo o seu significado e as suas implicações, bem como o facto de afectar precisamente as populações urbanas e a sua qualidade de vida.

Desta forma, torna-se evidente que é necessário fazer a ligação entre a comunidade científica e as populações, neste caso urbanas, para que conheçam os riscos a que a cidade as expõe e possam proteger-se mais facilmente. O sucesso de aplicação de determinadas medidas ou políticas depende do seu conhecimento e compreensão por parte de todos os *stakeholders*.

É precisamente esta última concepção que motiva a realização do presente estudo. Reconhecendo-se a existência deste hiato, pretendeu-se que, ao abordar a temática na esfera académica, fosse possível contribuir para a divulgação e exposição da realidade subjacente ao efeito de ICU.

O desenvolvimento da metodologia conduzida na presente investigação teve por base objectivos concretos que se propuseram alcançar.

De um modo geral, o estudo pretende avaliar a influência do efeito de ilha de calor na cidade de Lisboa e o impacte das suas conseqüências na população, com especial enfoque no período mais quente do ano. Para tal, foram definidas diversas hipóteses de investigação, que se apresentam em seguida.

- i) Avaliar a hipótese de que a ICU se faz sentir na cidade de Lisboa e que, consequentemente, é responsável por padrões distintos de temperaturas ao nível das freguesias;
- ii) Compreender se a interacção do espaço construído e de alguns parâmetros físicos da cidade se reflecte nas temperaturas que se fazem sentir;
- iii) Aferir se as temperaturas se relacionam com as variáveis de morbilidade e mortalidade da população e avaliar a sua influência.

A definição destas hipóteses constitui o ponto de partida para a presente investigação, sendo que se apresentam com um carácter dinâmico. Nesta medida, as potenciais respostas às questões formuladas podem indicar, elas próprias, novas linhas de investigação, obrigando ao redireccionamento do sentido do estudo.

1.3. METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO E ESTRUTURA DO DOCUMENTO

O presente estudo, de acordo com os objectivos definidos, compreendeu o tratamento e exploração de diversas variáveis, que resultam de abordagens distintas. A sua aplicação ao longo do tempo encontra-se esquematizada na Tabela 1.1.

Tabela 1.1 – Cronograma dos diferentes períodos do trabalho.

Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Jan.	Fev.
P1	P1	P1										
		P2	P2									
			P3	P3	P3	P3	P3					
							P4	P4	P4			
									P5	P5	P5	
				P6	P6	P6				P6	P6	P6

P1 – Investigação sobre a temática e revisão do estado da arte
P2 – Planeamento e definição das metodologias de investigação
P3 – Recolha e organização de dados
P4 – Análise exploratória de dados
P5 – Análise de correlações e explicativa de dados
P6 – Redacção e revisão do documento

A informação necessária à condução do trabalho foi obtida junto de diferentes entidades, conforme a tipologia dos dados pretendidos. A Tabela 1.2 sintetiza esta informação.

Tabela 1.2 – Informação obtida para realização do estudo.

Variável	Tipo de informação	Entidade
Demografia	População residente por freguesia, faixa etária e sexo – Censos 2001	Câmara Municipal de Lisboa
Temperaturas	Temperaturas mensais médias, máximas e mínimas – registos em diversas estações meteorológicas no período Janeiro 2002-Dezembro 2008	Instituto de Meteorologia
Morbilidade	Número de internamentos hospitalares anuais de acordo com causa associada, faixa etária e sexo dos indivíduos – 2002-2008	Administração Central do Sistema de Saúde
Mortalidade	Número de óbitos anuais de acordo com causa associada, faixa etária, sexo e freguesia de residência dos indivíduos – 2002-2008	Instituto Nacional de Estatística
Cobertura do espaço urbano	<i>Shape files</i> de vias, parques e jardins, edifícios, limites de freguesias e curvas de nível	Divisão de Informação Urbana Georreferenciada – Câmara Municipal de Lisboa
Energia Acumulada	<i>Raster file</i> de fluxo energético acumulado	Prof. Dr. António Lopes – Centro de Estudos Geográficos, Universidade de Lisboa
Grau de Impermeabilização	<i>Raster file</i> de % de impermeabilização do solo	Agência Europeia do Ambiente

Inicialmente, a análise conduzida teve por base a revisão bibliográfica sobre a temática com o objectivo de sintetizar o estado da arte. Recorreu-se a diversos suportes de pesquisa científica com vista à obtenção de um leque de informação que permitisse a selecção dos documentos mais relevantes no contexto da ICU.

Seguidamente, procedeu-se à recolha da informação necessária e ao seu tratamento, tendo por base uma investigação estatística exploratória. Dispondo dos dados, recorreu-se a *softwares* que suportaram a execução dos testes necessários para conhecimento do padrão comportamental de cada variável - SPSS¹ e PAST².

Finalmente, desenvolveu-se a análise de correlações e explicativa das variáveis, com vista à determinação de relações entre si e respectiva explicação. Esta fase de investigação baseou-se na análise de coeficientes de correlação e numa técnica de *data mining* - MARS³, que permite a exploração de uma grande quantidade de dados.

O recurso ao MARS, para esta fase do estudo, teve por base as características da sua metodologia. Desenvolvida por Friedman (1991), esta ferramenta de regressão permite encontrar limites e *break points* nas relações entre diversas variáveis, sendo fundamental no estudo das mudanças comportamentais dos processos ao longo do tempo. As áreas de aplicação em que apresenta melhores desempenhos incluem as engenharias e modelação com sistemas de informação geográfica.

Uma das principais vantagens desta técnica não paramétrica está associada à rapidez e precisão com que processa a informação, ultrapassando problemas de não-linearidade de variáveis. A informação processada é de fácil interpretação, pois são criadas equações que traduzem o modelo de interacção das variáveis.

¹ <http://www.spss.com/>

² <http://folk.uio.no/ohammer/past/>

³ Multivariate Adaptive Regression Splines: <http://www.scienceplus.nl/catalog/mars?vmcchk=1>

Na Figura 1.10 pode visualizar-se a esquematização dos procedimentos expostos.

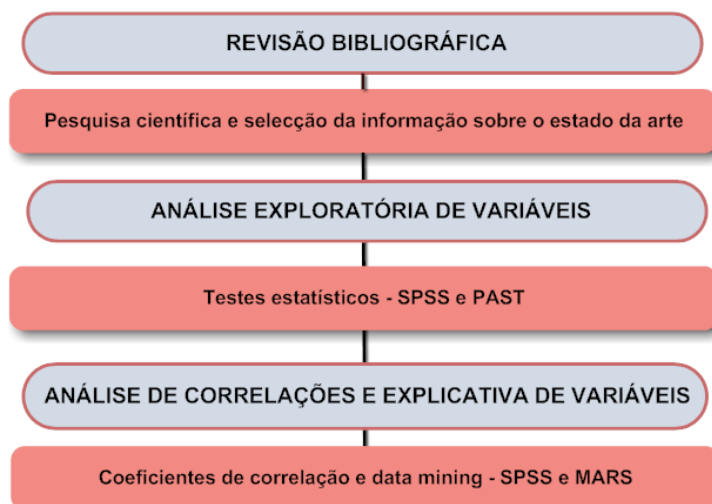


Figura 1.10 – Fluxograma da metodologia geral de investigação.

Considerando o exposto anteriormente, a estrutura deste documento organiza-se de acordo com o encadeamento da análise conduzida, contando com uma divisão em seis capítulos – conforme apresentado na Tabela 1.3.

Tabela 1.3 – Organização do documento da dissertação.

Capítulo	Conteúdo	Propósito
1	Enquadramento Motivação e objectivos Metodologia geral de investigação	Contextualização da temática no cenário mundial e nacional Relevância como objecto de investigação científica
2	Conceito e formação de ICU Implicações do fenómeno Metodologias de investigação Medidas de mitigação Quadro político-legal	Síntese da investigação científica realizada e revisão da literatura relevante sobre os temas expostos Enquadramento legislativo
3	Malha urbana e tipologia de construção Ambiente e saúde Clima urbano e saúde Matriz energética da cidade	Caracterização e base de referência para a cidade de Lisboa
4	Área de estudo e metodologia aplicada Análise estatística exploratória Análise estatística de correlações e explicativa Discussão de resultados Proposta	Desenvolvimento da investigação definida Exploração e discussão de resultados Definição de medidas a desenvolver
5	Considerações finais	Síntese do estudo Principais conclusões obtidas

O presente capítulo consiste numa abordagem preliminar à temática em estudo. O capítulo número dois serve o propósito de sintetizar o estado da arte, em termos nacionais e internacionais, sobre a ICU. Para a execução deste capítulo considerou-

se relevante abordar a temática de um ponto de vista cronológico, contemplando uma revisão histórica dos documentos marcantes sobre a temática e, posteriormente, um resumo dos principais estudos e desenvolvimentos mais recentes sobre o fenómeno. Finalmente, foram incluídas referências que, mesmo dizendo respeito a outras áreas de investigação, se cruzam com a ciência do clima urbano e a sua dinâmica.

Por sua vez, o capítulo três constitui uma caracterização da cidade de Lisboa que tem por base as esferas que se consideram relevantes para a ligação entre o capítulo precedente e o estudo realizado no capítulo seguinte. Foram contempladas referências à dinâmica climática da cidade, sintetizando a informação sobre a evolução populacional e os cuidados de saúde subjacentes. É feita, ainda, uma análise da influência do ambiente urbano no estado de saúde das populações.

Desta forma, o capítulo quatro refere-se ao estudo empírico propriamente dito e pretende responder às questões de investigação estabelecidas. Nesta fase apresentam-se as técnicas de investigação utilizadas, efectuando-se, posteriormente, a exposição e discussão dos resultados obtidos. É, ainda, elaborada uma proposta de medidas decorrente dos resultados apresentados.

Por fim, o último capítulo apresenta a síntese de conceitos explorados ao longo do presente estudo de investigação e as suas principais conclusões.

2. ESTADO DA ARTE

2.1. CONCEITO E FORMAÇÃO DE ILHA DE CALOR URBANA

O conceito subjacente ao fenómeno da ICU surge na literatura científica no início do século XIX, através de Luke Howard, um químico e meteorologista amador britânico. A sua obra *The Climate of London, deduced from Meteorological Observations*, compila diversos registos de observações meteorológicas efectuadas na cidade de Londres e arredores (Howard, 1820).

Howard (1820:103) relata a existência de um “excesso artificial de calor” na cidade de Londres, sentido durante todo o ano. A cidade apresenta uma superfície maioritariamente povoada por estruturas verticais, que reflectem umas nas outras o calor absorvido, enquanto nas zonas campestres a superfície plana liberta livremente a radiação solar.

O referido autor compara duas séries de médias mensais de temperaturas obtidas na cidade de Londres e no campo, entre o ano de 1807 e 1816. De um modo geral, as médias registadas na cidade são superiores às registadas no campo, com variações de temperatura na ordem dos 0,5°C-2,2°C (Howard, 1820).

No decorrer do século XX, diversos estudos empíricos evidenciam as diferenças de temperaturas, de vários graus, sentidas entre as cidades e as áreas rurais circundantes (Borchert, *et al.*, 1971).

Um estudo realizado na cidade de Frankfurt, para um período de 24 horas, evidencia que as temperaturas mínimas sentidas, no período nocturno, eram 2°C mais elevadas na cidade do que na sua periferia. As maiores diferenças registadas são na ordem dos 5°C. Localmente, observa-se o contraste entre os diversos tipos de coberturas que caracterizam a cidade, nomeadamente entre superfícies cimentadas

e superfícies relvadas, em que estas apresentam temperaturas entre 1°C e 10°C mais baixas que as primeiras (Borchert, *et al.*, 1971).

Também Landsberg (1981) sugere que a existência de uma cidade “quente” rodeada pelo campo mais fresco é o reflexo das mudanças microclimáticas decorrentes das alterações na superfície urbana provocadas pelo Homem. Torna-se cada vez mais evidente que as cidades são as responsáveis pela alteração das condições climáticas locais.

Em consonância, Oke (1987) refere que a ICU é o fenómeno que melhor exprime as alterações climáticas induzidas por actividades de origem antropogénica, sendo resultado de modificações na cobertura do solo e na composição da atmosfera.

Sendo considerado um dos principais problemas dos séculos XX e XXI para o bem-estar humano, a formação da ICU tem sido alvo de estudos e monitorizações mais aprofundadas. Exemplo disso é o estudo publicado por Hamdi, *et al.* (2008), que avalia os impactes nas temperaturas da cidade de Bruxelas, no período compreendido entre os anos de 1960-1999, decorrentes das alterações levadas a cabo nas superfícies impermeáveis.

Mais recentemente, a USEPA (2008d) refere que as temperaturas médias anuais de uma cidade com um milhão de habitantes podem ser entre 1°C a 3°C superiores às áreas envolventes, ou, em noites de céu limpo e condições atmosféricas estáveis, a diferença de temperaturas pode atingir os 12°C. Num dia de Verão, quente e com sol, as superfícies urbanas expostas, como os telhados dos edifícios e o solo, podem atingir temperaturas de 27°C-50°C acima da temperatura do ar. Nas áreas rurais, as superfícies têm maior sombreamento, logo encontram-se mais húmidas e menos expostas ao sol, e, assim, as suas temperaturas são relativamente próximas à temperatura do ar.

Para compreender a formação e os factores físicos subjacentes à ICU, é necessário compreender a estrutura urbana como um todo, conduzindo uma análise integrada.

Nunez & Oke (1976), na sua obra de 1976, abordam os conceitos inerentes à estrutura geométrica da cidade, sugerindo a existência de “unidades de superfície urbana”. Estas unidades não são mais do que estruturas tridimensionais que combinam as superfícies horizontais e verticais, formadas pelo arranjo dos blocos de edifícios e ruas.

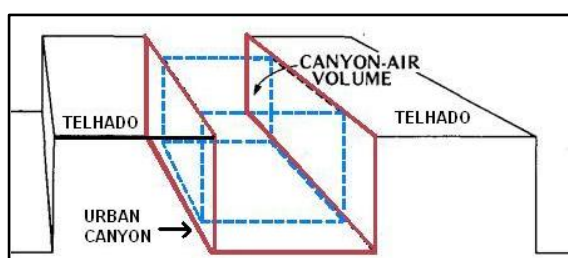


Figura 2.1 – Esquemática do Urban Canyon (Nunez & Oke, 1976).

Os autores definem a unidade básica da superfície urbana, denominada de *urban canyon*, que consiste no espaço entre as paredes e o chão, compreendido entre dois edifícios adjacentes (linha vermelha na

Figura 2.1). O *canyon air volume* é o volume de ar contido nesta estrutura, limitado superiormente por uma cobertura imaginária ao nível dos telhados dos edifícios (tracejado azul na Figura 2.1). É através desta interface urbana/atmosférica que os autores consideram existir trocas de calor muito importantes para a compreensão da ICU. O topo do *canyon air volume*, em conjunto com o topo dos edifícios, forma a camada mais baixa da *urban boundary layer* (camada limite urbana), presente, pelo menos, na zona centro da maioria das cidades (Nunez & Oke, 1976).

Landsberg (1981) descreve a formação deste fenómeno como o armazenamento de parte do calor recebido durante o dia nas paredes dos edifícios e superfícies pavimentadas, e a sua posterior libertação para o ar circundante após o ocaso.

Actualmente, a USEPA (2008d) define dois tipos de ICU – a ICU de superfície e a ICU atmosférica, que diferem na sua formação, nas técnicas utilizadas para identificação e medição, nos seus impactes e nos métodos de mitigação dos seus

efeitos. Na Tabela seguinte apresentam-se as principais diferenças entre estes dois conceitos.

Tabela 2.1 – Principais diferenças entre a ICU de superfície e a ICU atmosférica (USEPA, 2008d).

ICU de superfície	ICU atmosférica
Presente de dia e de noite	Pequena ou inexistente durante o dia
Mais intensa de dia e no Verão	Mais intensa à noite; predominante no Inverno
Maior variação: - Dia: 10 °C-15 °C - Noite: 5 °C-10 °C	Menor variação: - Dia: 1 °C-3 °C - Noite: 7 °C-12 °C

Como se pode ver pelo referido na Tabela 2.1, a ICU de superfície está, geralmente, presente de dia e de noite, sendo o seu efeito mais acentuado no período diurno. Em média, as temperaturas diurnas de uma zona urbana podem ser 10°C-15°C superiores às de uma região rural dos arredores, enquanto que no período nocturno esta diferença é menor e varia entre 5°C-10°C. A magnitude do efeito da ICU de superfície depende da estação do ano, consoante as mudanças de intensidade da luz solar, e, ainda, do tipo de cobertura da superfície urbana (USEPA, 2008d).

A ICU atmosférica é observada mais frequentemente e alvo da maior parte de discussões sobre o tema. Podem definir-se dois tipos: i) a ICU atmosférica existente na camada de ar em contacto com as pessoas, entre o chão e o topo das árvores e edifícios (a que Oke (1987) chamou *urban canopy layer*) ; e ii) a ICU atmosférica de fronteira, existente entre o topo dos edifícios e o ponto onde a atmosfera já não influencia o ambiente das cidades (a cerca de 1,5 km da superfície terrestre), a que Oke (1987) chamou de *urban boundary layer* (Oke, 1987; USEPA, 2008d).

Como referido na Tabela 2.1, é um fenómeno que se faz sentir com mais intensidade no período nocturno, devido à libertação de calor das infra-estruturas urbanas. Os seus picos variam consoante as propriedades das superfícies urbanas e rurais, a estação do ano e as condições meteorológicas. A intensidade da ICU atmosférica é bastante inferior à da ICU de superfície, sendo que as temperaturas

médias anuais das cidades podem ser 1°C-3°C superiores às das áreas rurais envolventes.

A ICU é considerada como o fenómeno mais importante da climatologia e meteorologia urbana, tendo suscitado debates sobre a sua identificação e factores responsáveis pela sua formação. O estudo de Howard (1820) constitui o lançamento das discussões sobre a temática, considerando-se, a partir daí, possíveis causas para o calor sentido nas cidades, que se enumeram em seguida (Oke, *et al.*, 1991).

- i. Geometria do *urban canyon* – diminuição da dissipação da radiação de comprimento de onda longo, pela existência de trocas entre os edifícios; reflexão da radiação de comprimento de onda curto entre as superfícies, diminuindo o albedo do sistema;
- ii. Propriedades térmicas – aumento do armazenamento de calor no tecido urbano;
- iii. Calor antropogénico – calor libertado pela queima de combustíveis e pelo metabolismo animal;
- iv. “Efeito de estufa” urbano – aumento dos *inputs* de radiação de elevado comprimento de onda provenientes da atmosfera urbana;
- v. Evapotranspiração – redução da evaporação das superfícies urbanas, contribuindo com mais energia para o calor percebido pelas pessoas.

Num estudo sobre a ICU de Atenas, Katsoulis & Theoharatos (1985) referem as dificuldades inerentes à estimação deste fenómeno devido aos efeitos que a proximidade ao mar, a topografia e a morfologia urbana têm nas temperaturas.

Mais tarde, em diversos estudos sobre a intensidade da ICU, torna-se evidente a sua relação com a taxa de urbanização, os padrões de uso do solo e a densidade de construção de uma cidade. A distorção dos balanços energéticos em áreas construídas, resultante do comportamento térmico dos materiais utilizados, e a

alteração da difusão do calor, introduzida pelo espaço urbano e ocupação do solo, são os principais responsáveis pela formação deste fenómeno (Pinho & Orgaz Manso, 2000; He, *et al.*, 2007).

Na Figura seguinte, ilustram-se os principais factores responsáveis pela formação da ICU, referidos no compêndio publicado pela USEPA (2008d).



Figura 2.2 – Factores que contribuem para a formação da IC urbana.

O esquema do lado esquerdo da Figura 2.2 permite compreender as implicações que os diferentes tipos de cobertura da superfície terrestre têm na circulação da água. Numa superfície urbanizada, com um grau de impermeabilização muito superior ao da superfície florestada, a água que circula por escorrência superficial constitui 55% do total de água pluvial que atinge o solo. Apenas 15% deste total é infiltrada no terreno e 30% atinge a atmosfera por evapotranspiração, comparando com os 50% e 40%, respectivamente, no caso de uma superfície florestada. As condições identificadas em áreas florestadas são muito importantes para a manutenção das temperaturas do ar, pois, para além do efeito de sombra que as árvores potenciam, o processo de evapotranspiração contribui para um efeito de frescura pela libertação de água. Numa situação contrastante, verifica-se que nas zonas urbanizadas, como as grandes cidades, a superfície terrestre é praticamente

impermeável, muito povoada de edifícios e infra-estruturas de suporte aos habitantes. Desta forma, verifica-se a existência de menos áreas de sombra e menos humidade no ar, sendo as temperaturas da superfície e do ar superiores (USEPA, 2008d).

Dois factores muito importantes que também devem ser tidos em conta na avaliação do efeito da ICU são as propriedades dos materiais de construção dos edifícios e a geometria da cidade. A importância do tipo de materiais de construção utilizados tem por base a sua capacidade calorífica, a reflectância e a emissividade térmica, pois determinam a forma como a energia solar é reflectida, emitida ou absorvida. As cidades, com maior superfície edificada, têm um albedo menor do que as áreas rurais, absorvendo, assim, maiores quantidades de energia solar (USEPA, 2008d).

Adicionalmente, a geometria da cidade influencia a ocorrência deste fenómeno. Áreas densamente edificadas apresentam espaços entre edifícios menores e ruas menos arejadas, obstruindo pontos importantes da dinâmica ecológica da cidade, como os corredores de ventos dominantes. Os padrões de absorção e emissão de energia das superfícies são alterados, potenciando-se a formação de vastas massas de calor que, devido ao mau planeamento do espaço urbano, são incapazes de libertar energia (USEPA, 2008d).

Desta forma, a radiação solar é armazenada e radiada novamente, devido às características do material de construção utilizado e devido à diminuição do factor de visão do céu (*sky view factor*, SVF). O SVF é definido como a razão entre a porção de céu observado a partir de um determinado ponto da superfície terrestre e aquela que está potencialmente disponível (Oke, 1987; Memon, *et al.*, 2007).

Por último, indicam-se as fontes antropogénicas e a localização e clima da cidade. As fontes antropogénicas referem-se ao calor emitido pelas actividades do Homem,

também ele responsável pela intensificação da ICU, que englobam os consumos energéticos para climatização dos edifícios, aparelhos eléctricos, transportes e processos industriais. Os sectores que mais utilizam energia são os edifícios, especialmente para climatização no Inverno, e os transportes (USEPA, 2008d).

Relativamente à localização e ao clima da cidade, ambos influenciam significativamente a formação da ICU. Os factores a ter em conta pelas condições climáticas são os ventos e a formação de nuvens. Áreas urbanas com ventos fracos e períodos de céu limpo e atmosfera estável apresentam uma maior predisposição para a formação da ICU, pois a quantidade de energia que atinge a superfície urbana é maximizada, enquanto que a quantidade de calor dissipada é minimizada. Contrariamente, cidades com maior formação de nuvens e ventos mais fortes inibem a ocorrência deste fenómeno. A consideração da localização geográfica de uma cidade está relacionada com o facto de esta influenciar o clima e a topografia, que constituem factores determinantes para a intensificação da ICU (USEPA, 2008d).

Também Alcoforado, *et al.* (2005), na investigação levada a cabo na cidade de Lisboa, atribuem a formação deste fenómeno à geometria da cidade, à poluição do ar, à emissão de calor do edificado, aos materiais de construção utilizados e à cobertura do solo no espaço urbano.

À semelhança de outras abordagens, Domingos (2009a,b) considera, que o crescimento populacional e, conseqüentemente, o desenvolvimento das cidades, provoca alterações profundas no uso e ocupação do solo. A inexistência de planos de ordenamento rigorosos e eficazes implica uma impermeabilização quase total da malha urbana, alterando a circulação da água que, por sua vez, se traduz em aumentos da temperatura do ar.

Domingos (2009a,b) defende que, actualmente, as cidades só existem devido ao enorme consumo de energia importada. As cidades são responsáveis pela emissão de 90% dos GEE, bem como pela exacerbação do aquecimento global, pois as áreas urbanas apresentam aumentos de temperatura de 3°C-10°C. O autor enfatiza a importância que as temperaturas mais elevadas das cidades assumem no contexto do consumo energético. A maior necessidade de climatização dos espaços interiores vai contribuir, reciprocamente, para o aumento da temperatura exterior. Este enorme *input* de energia nas cidades é o factor-chave para a ocorrência do fenómeno da ICU e que, por isso, deve ser tido em conta.

Na Figura seguinte, apresentam-se, em suma, os factores que contribuem e a sua interacção para a formação da ICU.

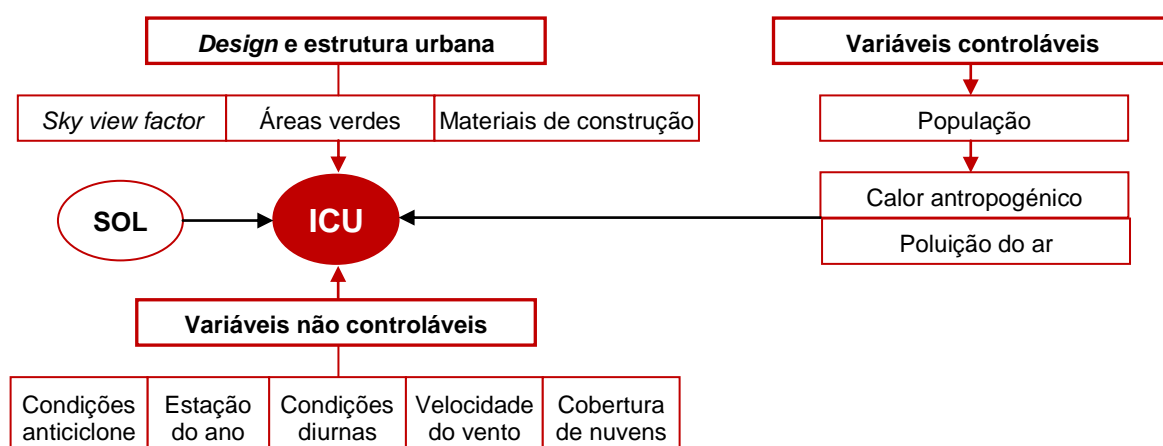


Figura 2.3 – Esquematização dos factores de formação da ICU e sua interacção (Memon, *et al.*, 2007).

Desta forma, é perceptível a complexidade e multiplicidade de factores que contribuem para a ocorrência deste fenómeno e, consequentemente, a dificuldade de desenvolver e implementar ferramentas de minimização e mitigação.

2.2. IMPLICAÇÕES DA OCORRÊNCIA DO FENÓMENO

A esta temática tem sido atribuída cada vez maior importância, não só pelos impactes a nível ambiental, mas também por questões de saúde pública. As temperaturas elevadas levam a alterações na qualidade de vida das populações, pois são responsáveis pelo aumento dos gastos com a factura energética e pelas consequências das emissões excessivas de poluentes atmosféricos e GEE, comprometendo, assim, a saúde e o conforto humano (USEPA, 2008d).

Um conceito a ter em conta nesta abordagem é a noção de conforto, que assenta, essencialmente, no parâmetro térmico, isto é, a temperatura ambiente que se faz sentir num edifício (embora seja condicionado também pelo ambiente acústico, visual e de qualidade do ar). Muitas vezes é definido como a resposta de um indivíduo a um conjunto de factores não exclusivamente físicos (Silva, 2004).

O autor refere que “é claramente preferível um ambiente interior que esteja adaptado às condições locais e sazonais do que estar ‘contra’ elas” (Silva, 2004:27). As características dos edifícios devem seguir metodologias de adaptabilidade, conforme as necessidades térmicas são maiores ou menores, e para isso devem assegurar a ventilação natural dos espaços, a utilização racional da energia e, essencialmente, conjugar estratégias de climatização que possibilitem a “resiliência” dos edifícios às alterações climáticas exteriores.

As temperaturas elevadas nos períodos de Verão, exacerbadas pelo efeito da ICU, levam a um aumento da procura energética para climatização do interior dos edifícios, numa procura de ambientes interiores mais amenos. Os picos de consumo acontecem durante o período laboral em que as pessoas se encontram, maioritariamente, nos escritórios, com os aparelhos de climatização em funcionamento e a iluminação ligada. No Verão, estes picos aumentam entre 1,5%-

2% a cada 0,6°C de aumento na temperatura ambiente nas cidades (USEPA, 2008d).

Como se pode verificar pelos gráficos seguintes, nas últimas décadas tem-se registado um aumento do consumo de energia eléctrica a par de uma tendência crescente das médias de temperaturas registadas.

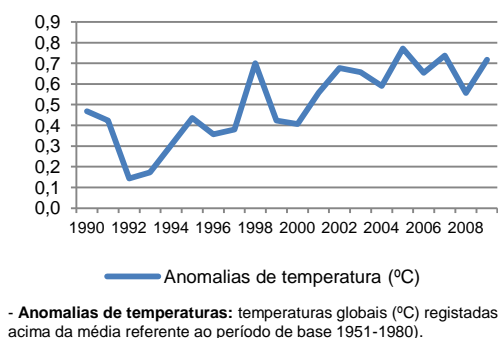
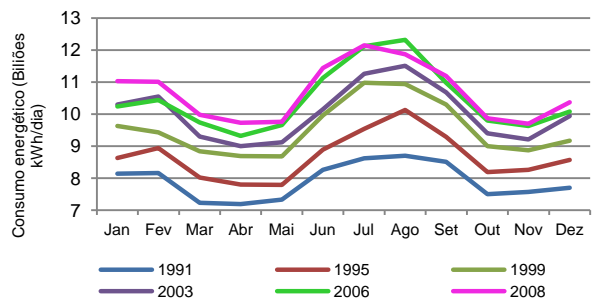


Figura 2.4 – Evolução das temperaturas médias globais no período 1990-2009 (NASA, 2010).



- **Consumo de energia eléctrica:** total de consumo do sector residencial, comercial, industrial e transportes mensal nos E.U.A. para o período 1991-2008.

Figura 2.5 – Evolução do consumo energético nos EUA (U.S.Energy Information Administration, 2010).

Numa primeira abordagem, podem considerar-se duas situações, que traduzem uma relação bidireccional: i) a média das temperaturas globais tem aumentado nos últimos anos (em relação ao período base 1951-1980), verificando-se também um aumento do consumo de energia eléctrica, referente aos EUA; e ii) por sua vez, o aumento do *input* de energia nos edifícios, contribui para uma maior libertação de energia dos mesmos e um aumento generalizado das temperaturas exteriores.

No gráfico da Figura 2.5 pode, ainda, analisar-se o perfil mensal dos consumos eléctricos nos EUA, evidenciando, claramente, um crescimento nos meses de Julho a Setembro, correspondente ao período mais quente. Esta nuance poderá traduzir a necessidade de refrigeração dos espaços interiores, uma vez que os sistemas de arrefecimento e aquecimento são os responsáveis pela maior fracção do consumo energético dos edifícios⁴. É importante referir, também, que os sectores a que os registos se referem apresentam, ao longo do ano, um padrão de funcionamento

⁴ http://www.energystar.gov/ia/business/BUM_heat_cool.pdf

tendencialmente contínuo que exige, em média, um consumo regular de energia eléctrica para outros fins que não a climatização.

É possível concluir que este perfil tem apresentado o mesmo padrão anual, com a ressalva de que se tem verificado um aumento dos consumos com o decorrer dos anos. O incremento dos consumos com a refrigeração dos espaços interiores justifica-se pela crescente necessidade de neutralizar o efeito das temperaturas exteriores, também estas numa tendência de aumento, na procura de um ambiente interior mais ameno e confortável.

Tal concepção pode ser sustentada pelos dados apresentados pela USEPA (2008d), que referem que, nas últimas décadas, 5%-10% da energia tem sido consumida para compensar os efeitos do aumento da temperatura nas cidades.

Desta forma, o consumo energético e as suas implicações na qualidade de vida das populações citadinas têm sido considerados os principais sectores de análise no contexto da ICU.

O consumo desenfreado de energia, principalmente proveniente da queima de combustíveis fósseis, potencia e contribui para o agravamento dos problemas de qualidade do ar, emitindo níveis elevados de gases poluentes e de efeito de estufa. Estes gases são directamente responsáveis por diversos problemas ambientais, por exemplo as chuvas ácidas, e também, com bastante relevância, pelas alterações climáticas globais (USEPA, 2008d).

As alterações da qualidade do ar afectam, ainda, o conforto e a saúde das pessoas, estando directamente relacionadas com diversas patologias, como o desconforto das populações, complicações respiratórias e episódios de exaustão e mortalidade associados ao calor. Este tipo de problemáticas toma proporções maiores ao nível

das cidades, pois a ICU é responsável pelo aumento da magnitude destes impactes. A ilha de calor pode, ainda, exponenciar os efeitos das ondas de calor, períodos caracterizados pelo aumento anormal das temperaturas. É importante ressaltar o facto de, nos últimos anos, se terem contabilizado mais mortes por exposição ao calor excessivo – oito mil mortes contabilizadas no período 1979-1999 – do que por fenómenos como os tornados, furacões, cheias e sismos, nos EUA (USEPA, 2008d).

O aumento das temperaturas, associado ao efeito de ICU, conduz a uma degradação da qualidade da água, essencialmente por poluição térmica. A superfície e as coberturas dos edifícios registam temperaturas superiores em relação à temperatura do ar, transferindo este excesso de calor para as águas de escorrência que circulam. Estudos evidenciaram que a temperatura das águas de escorrência de zonas urbanas apresenta valores superiores na ordem dos 11°C-17°C, comparativamente às temperaturas das águas de escorrência de zonas rurais – em dias de Verão, em que o pavimento regista mais de 11°C-19°C em relação à temperatura do ar (USEPA, 2008d).

A relevância da temperatura da água prende-se com o facto de este parâmetro físico influenciar todos os aspectos da vida aquática, especialmente as taxas metabólicas e reprodutoras da maioria das espécies (USEPA, 2008d).

Adicionalmente a estas consequências directas do aumento da temperatura nas cidades, é importante salientar as implicações que a ICU acarreta para o planeamento urbano. A cidade, como corpo dinâmico que é, está em constante crescimento e desenvolvimento, que, ao contrário do que por vezes acontece, deve obedecer a determinadas regras e políticas de ordenamento do território.

As orientações de Silva (2004), anteriormente expostas, podem ser extrapoladas para o panorama global de uma cidade. O conforto e a capacidade de resistência da

cidade às alterações climáticas assumem, igualmente, o seu papel fundamental. Uma cidade capaz de minimizar os efeitos das temperaturas, tanto as elevadas como as mais baixas, é um espaço físico mais ameno e agradável, que proporciona maior conforto e qualidade de vida às populações. É com base nestes pressupostos que em seguida se apresentam algumas abordagens, que evidenciam a necessidade de ter em conta as consequências subjacentes ao efeito da ICU no planeamento futuro dos espaços urbanos.

Tendo em conta a multiplicidade de formas da superfície urbana e os diferentes tipos de cobertura que pode apresentar, a distribuição espacial das temperaturas na cidade é influenciada por estes factores e, conseqüentemente, não é homogénea. Esta distribuição das temperaturas urbanas depende, essencialmente, da estrutura do *urban canopy* local, que estabelece os *inputs* de energia solar, as perdas de calor verificadas, a capacidade calorífica das estruturas e as taxas de ventilação (Kikegawa, *et al.*, 2006).

Em concordância, Alcoforado, *et al.* (2005:60) referem que, para atingir os objectivos climáticos propostos para uma cidade, nomeadamente a mitigação da ICU, é necessário ter em conta que as medidas a tomar “variam no espaço, fundamentalmente em função da posição topográfica (...) e principalmente da morfologia urbana”.

Exemplos das teorias expostas são os trabalhos desenvolvidos pelos autores referidos, que apresentam uma diversidade de medidas de mitigação da ICU (temática a abordar na secção seguinte) mas que, essencialmente, têm em conta as características locais das zonas da cidade a que devem ser aplicadas. Os estudos realizados pretendem evidenciar que a existência do efeito da ICU implica uma nova abordagem ao planeamento dos novos espaços e infra-estruturas de uma cidade.

O balanço energético constitui um factor fundamental para compreensão da dinâmica da cidade, ao nível do *urban canopy*, pelo que a sua inclusão nas novas políticas de planeamento urbano é fundamental. Kikegawa, *et al.* (2006), no seu estudo para a área metropolitana de Tóquio, avaliaram determinadas medidas de mitigação da ICU a aplicar, com base na distribuição espacial deste fenómeno.

Neste estudo, o SVF foi definido como o principal índice a ter em conta para determinar as fontes de calor dominantes do *urban canopy*. Desta forma, consoante o valor do índice SVF, foram definidas diferentes estratégias de “arrefecimento” para as diferentes áreas analisadas. Os autores concluíram que a utilização do SVF como índice geométrico do *urban canopy* e a consideração da configuração do edificado permitem a definição de estratégias mais eficientes no combate à ICU, associadas a um melhor planeamento da cidade (Kikegawa, *et al.*, 2006).

Por sua vez, Alcoforado, *et al.* (2005), no estudo que desenvolveram para a cidade de Lisboa, definiram diversas zonas chave para as quais apresentaram determinadas orientações climáticas a ter em conta no planeamento urbano. Consoante a densidade de construção de cada área, os autores expõem alguns princípios base, que “através da adequada manipulação de factores” permitem “minorar os aspectos negativos do clima urbano e maximizar os positivos” (Alcoforado, *et al.*, 2005:56).

Exemplo disso é a zona Norte da cidade, uma área de fraca densidade de construção, em que a ICU se faz sentir com menor intensidade. De acordo com os autores, esta é a zona de Lisboa que apresenta menor resistência à circulação dos ventos dominantes e que, portanto, desempenha um papel fundamental em termos de ventilação e conforto da população (tanto para este local, como para os restantes bairros a sotavento). Desta forma, depreende-se que a manutenção da baixa

rugosidade do local é importante, com vista a potenciar os corredores de ventilação que se criaram nas áreas referidas (Alcoforado, *et al.*, 2005).

Também Bramwell, *et al.* (2007), na sua publicação, evidenciam a necessidade de redefinir os parâmetros do *design* das construções e edifícios, pois, com as implicações das alterações climáticas nas cidades, torna-se fundamental o incremento das condições de resiliência e flexibilidade das estruturas.

Um factor a ter em conta no planeamento urbano prende-se com a tentativa de minimizar os possíveis conflitos que, por vezes, se possam gerar entre as orientações mesoclimáticas (à escala do conjunto da cidade) e microclimáticas (à escala dos bairros) (Alcoforado, *et al.*, 2005).

Sendo as áreas urbanas cada vez mais vulneráveis à ICU, a inclusão de medidas orientadoras que considerem este fenómeno nos planos urbanísticos é uma necessidade emergente, pois as cidades carecem de uma adaptação aos novos padrões climáticos.

Na secção seguinte apresentam-se as metodologias de avaliação deste fenómeno e as principais medidas de mitigação, que devem ser enquadradas em novas políticas de urbanização.

2.3. METODOLOGIAS DE AVALIAÇÃO E MEDIDAS DE MITIGAÇÃO

O efeito da ICU é das modificações climáticas mais documentadas, sendo que a forma e magnitude do fenómeno variam no tempo e no espaço, resultado das características meteorológicas, locais e urbanas (Oke, 1987).

O seu estudo e metodologias de investigação têm por base, essencialmente, dois métodos distintos: i) directos – medições em estações meteorológicas fixas, que resultam em mapas de isotérmicas ou gráficos de temperaturas; ii) métodos indirectos – detecção remota, que permite a obtenção de imagens térmicas (USEPA, 2008d).

Howard (1820), ao desenvolver os seus estudos meteorológicos, dispunha de poucas ferramentas que o auxiliassem na condução dos trabalhos. Desta forma, optou pela comparação directa das temperaturas medidas na cidade de Londres e nas suas imediações. Ao longo de diversos anos, o autor, através desta metodologia, de certa forma redutora, confirma a existência de temperaturas superiores no centro da cidade em relação às áreas envolventes menos edificadas, tanto no Verão como no Inverno.

Mais tarde, Nunez & Oke (1976:12), como já referido, apresentam o conceito de *urban canyon*. A importância de compreender o balanço energético destas *unidades* da superfície urbana torna-se evidente, pois no estudo desenvolvido, os autores objectivam “(...) compreender, tanto a repartição da energia radiante pelas superfícies do *canyon* (paredes e chão), como o balanço energético do volume de ar desta estrutura”. O trabalho de campo consistiu na colocação de uma estrutura do *urban canyon* entre dois edifícios, tendo por base um programa experimental que permite avaliar os *inputs* ou *outputs* de calor, bem como o armazenamento energético, verificados ao nível do *volume air canyon*.

Após alguns anos de trabalho sobre a temática, os investigadores compreendem melhor a interacção da estrutura urbana com o clima a nível local e, consequentemente, as trocas de calor verificadas. Assim, Grimmond & Oke (1998) estudam as variações climáticas à escala local para compreender a influência da cobertura da superfície urbana e a sua estrutura morfológica. Os trabalhos consistem na colocação de instrumentos de medição no topo dos edifícios de sete cidades diferentes, com vista ao conhecimento dos fluxos energéticos ocorridos na *urban boundary layer*, bem como na observação de fotografias aéreas das cidades para caracterização da sua superfície urbana. A utilização de um modelo matemático, permite calcular o armazenamento de energia em função do balanço energético e das propriedades da superfície de determinada cidade, traduzindo-se em resultados bastante satisfatórios para a compreensão destas relações em todas as cidades estudadas.

Já em 1985, Katsoulis & Theoharatos (1985) haviam publicado um estudo que teve por base a análise de dados registados num período de 22 anos, na rede de estações meteorológicas da cidade de Atenas. A existência do efeito de ICU na cidade tornou-se evidente, bem como a influência do crescimento urbano na média das temperaturas mínimas.

Em Portugal, e com o desenvolvimento de novas tecnologias de análise, são levados a cabo diversos estudos sobre a temática. Em 2005, é apresentada uma metodologia inovadora que tem por base a criação de mapas de climatopos, a par da medição directa de temperaturas em estações meteorológicas. De acordo com os seus autores, o conceito de climatopo, introduzido na literatura por autores ingleses, refere-se a “áreas homogéneas do ponto de vista físico (em termos de morfologia urbana e posição topográfica), que ‘interagem’ de modo particular com a atmosfera”

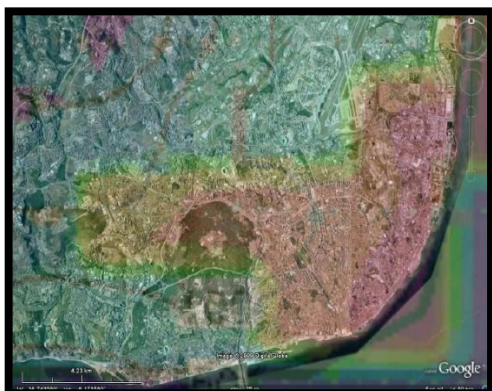
(Alcoforado, *et al.*, 2005:43). Para a obtenção dos mapas de climatopos, é reunida informação diversa, que se encontra sintetizada na Tabela seguinte.

Tabela 2.2 - Metodologia aplicada na criação de mapas de climatopos (com base em Alcoforado, *et al.*, 2005).

Níveis de informação SIG utilizados	Descrição
Morfologia Urbana	Agrupamento de áreas com características físicas semelhantes do ponto de vista da forma e estrutura da cidade
Ocupação do Solo	O uso e ocupação do solo de acordo com critérios funcionais não é apropriado para fins climáticos, pelo que a classificação foi feita com base numa selecção de um conjunto de “áreas amostra” representativas das diversas classes de rugosidade aerodinâmica da cidade (através da sua resposta espectral ao visível e infra-vermelho próximo dos canais Landsat)
Relevo	Construção de um modelo digital do terreno, com base em altimetria, onde foram delimitadas grandes áreas com características topográficas relativamente semelhantes
Classes de Ventilação	Divisão da cidade em duas grandes áreas e obtenção de classes de ventilação, de acordo com a rugosidade aerodinâmica e morfologia urbana

A obtenção de um mapa de climatopos permite conhecer melhor a dinâmica climática da cidade, sendo uma ferramenta muito útil para a definição de medidas orientadoras para “mitigar ou melhorar as componentes do clima urbano” (Alcoforado, *et al.*, 2005:54). Os autores defendem que é primordial mitigar a ilha de calor urbana e as suas consequências, com vista ao incremento das condições de saúde e conforto das populações.

Por sua vez, para o estudo e conhecimento aprofundado da ICU, Domingos (2009a:2) considera fundamental a compreensão das matrizes energéticas das cidades. O autor afirma que “todos os problemas associados ao aquecimento global médio ($\approx 1^{\circ}\text{C}$ - 2°C) são exarcebados nas cidades, porque nelas os aumentos de



temperatura são muito superiores ($\approx 3^{\circ}\text{C}$ - 10°C)”.

Desta forma, é necessária a compreensão dos aspectos térmicos de uma cidade, que o autor leva a cabo pela obtenção de imagens de

Figura 2.6 – Imagem térmica sobreposta a imagem de satélite, cidade de Lisboa (Domingos, 2009a).

satélite. No caso de estudo da ICU de Lisboa, a observação das imagens de satélite permite verificar a existência do fenómeno, sendo o centro da cidade a zona que apresenta temperaturas mais elevadas. Tal facto pode confirmar-se na Figura 2.6, que apresenta uma sobreposição, de forma grosseira, de uma imagem térmica com uma imagem de satélite disponibilizada pela Google[®].

Actualmente, a monitorização e estudo da ICU é feita, maioritariamente, através da detecção remota. As diversas versões do Landsat⁵, permanentemente melhoradas e actualizadas, têm permitido a aquisição de imagens representativas das temperaturas da superfície terrestre e temperaturas do ar, bem como o desenvolvimento de modelos climáticos que estudam a ocorrência do fenómeno (USEPA, 2008d).

A monitorização de um fenómeno amplamente estudado e conhecido conduz ao desenvolvimento de metodologias orientadoras que visam a minimização e mitigação dos seus efeitos.

A comunidade científica que se ocupa do estudo da ICU é unânime relativamente aos efeitos e consequências para a saúde, bem-estar e qualidade de vida das populações urbanas. Diversos estudos comprovam o sucesso da aplicação de medidas de mitigação dos efeitos da ICU, com benefícios, quer financeiros quer ambientais. De um modo geral, as medidas de mitigação que podem ser levadas a cabo categorizam-se em três grandes grupos: i) redução da libertação de calor de fontes antropogénicas; ii) melhoria do *design* das coberturas dos edifícios; e iii) outros factores de construção (Memon, *et al.*, 2007).

Na Tabela seguinte encontra-se, em síntese, a informação resultante de diversos estudos experimentais de alguns autores.

⁵ Programa da NASA de observação da Terra, através de satélite, desde 1974 (<http://landsat.gsfc.nasa.gov/>).

Tabela 2.3 - Medidas de mitigação da Ilha de Calor Urbana.

i) Redução da libertação de calor de fontes antropogénicas		
Medida de Mitigação	Observações	Referência
Aumento do número de árvores em áreas urbanas (Bronx e Manhattan)	Aumento da humidade relativa do ar em 3%-15%; redução das temperaturas ao final da tarde na ordem dos 0,5°C-3,5°C	Luley & Bond (2002)
Redução da utilização do aparelho de ar-condicionado e aumento da fracção de vegetação nas paredes dos edifícios (Tóquio)	Diminuição da temperatura do ar junto à superfície em 0,2°C-1,2°C (no Verão); poupança energética dos edifícios entre 4%-40%	Kikegawa, <i>et al.</i> (2006)
Definição de uma política energética centrada nos recursos naturais renováveis e na eficiência energética	Fundamental para o ordenamento do território e planeamento urbano – redução das emissões de CO ₂ , melhoria da qualidade do ar	Domingos (2008)
Aumento da vegetação em áreas urbanas	Efeito de sombra – vegetação de tamanho e densidade adequados bloqueia até 95% da radiação incidente (nos períodos com menos folhagem bloqueia 50%)	Akbari, <i>et al.</i> (2009)
ii) Melhoria do <i>design</i> das coberturas dos edifícios		
<i>Cool roofing products</i> – pulverização de coberturas com produtos altamente reflectantes e emissivos para arrefecimento	Diminuição da temperatura da cobertura entre 28°C-33°C, comparado com um telhado convencional (Verão); edifícios mais frescos – menos energia para refrigeração (-10%-70%)	USEPA (2008a)
Telhados “verdes” (Canadá)	Poupança de ≈6% e ≈10% de energia para refrigeração e aquecimento de edifícios, respectivamente (Toronto); 75% de poupança energética na minimização do calor proveniente dos fluxos da cobertura dos edifícios, comparado com um telhado convencional	USEPA (2008c)
Telhados com tintas e materiais reflectantes	Superfícies com maior albedo (0-1), reflectem maior quantidade de energia solar incidente: telhados com tinta branca – albedo 0,50-0,90; telhados com tinta de outra cor – albedo 0,15-0,35; telhados altamente reflectantes – albedo 0,60-0,70	Akbari, <i>et al.</i> (2009)
iii) Outros factores de construção		
Coberturas de painéis fotovoltaicos	Diminuição da temperatura da superfície por baixo da estrutura em 13,2°C (Vs. a diminuição da temperatura da superfície de uma área urbana arborizada: 6,2°C); poupança energética – fonte de energia renovável	Golden, <i>et al.</i> (2007)
Pavimentos reflectantes	Diminuição da temperatura da superfície em 0,6°C decorrente do aumento de 10%-35% da reflectância do pavimento	USEPA (2008b)

Sendo um fenómeno que resulta de uma multiplicidade de factores, apresenta, naturalmente, uma diversidade de medidas de mitigação. A combinação de mais do que uma das acções referidas permite a minimização da ICU com mais eficácia.

De acordo com o IPCC⁶, o desenvolvimento de políticas que promovam soluções integradas de construção constitui uma ferramenta importante para a mitigação e adaptação às alterações climáticas, especialmente neste sector. Há que ter em

⁶ Intergovernmental Panel on Climate Change – Painel de cientistas de todo o mundo que avalia as alterações climáticas e as suas consequências ambientais e sócio-económicas (<http://www.ipcc.ch/index.htm>).

conta o correcto planeamento urbano, com o incremento de espaços verdes e a introdução de técnicas e *designs* inovadores de cobertura dos edifícios, pois constituem uma forma eficiente de combater o efeito da ilha de calor (Metz, *et al.*, 2007).

As medidas de mitigação e adaptação às alterações climáticas permitem influenciar positivamente diversos aspectos biofísicos e sócio-económicos, como por exemplo, fomentar a eficiência energética ou reduzir a emissão de GEE. Tal será possível através da conjugação das diversas políticas existentes, como as apresentadas na secção seguinte.

2.4. ENQUADRAMENTO LEGAL E POLÍTICO

Numa época em que as alterações climáticas a nível global estão na ordem do dia e constituem um tema mediático de discussão pública, considera-se cada vez mais importante o conhecimento do clima urbano.

A dinâmica climática e a qualidade do clima urbano são elementos fundamentais do ambiente urbano, que na maior parte das vezes não são tidos em conta no planeamento da cidade e na sua sustentabilidade. Não existe nenhuma legislação específica ou directiva quadro que vise regulamentar a qualidade do clima urbano, para além dos decretos-lei que regulam, individualmente, a qualidade do ar, o ruído, entre outros (Alcoforado, *et al.*, 2005; Alcoforado, *et al.*, 2009).

A ICU tem ganho ênfase nas questões referentes ao clima urbano e na sua relação com a saúde e qualidade de vida das populações. Apesar dos diversos estudos realizados e da evidência da sua existência, bem como das implicações deste fenómeno, a legislação e regulamentação referente à ICU ainda são escassas.

Todavia, a presente secção pretende reunir a informação disponível referente a este tipo de documentação.

Os EUA, enquanto potência mundial, apresentam a capacidade de influenciar comportamentos e tendências. O programa de redução do efeito da ICU publicado pela USEPA é exemplo disso mesmo. O documento apresenta um resumo da informação de base sobre o fenómeno, bem como diversos compêndios sobre estratégias de redução e mitigação, já referenciados na secção anterior. Fornece, ainda, detalhes sobre o funcionamento destas estratégias, os seus custos e benefícios, factores a ter em conta na sua aplicação e recursos adicionais para investigação futura (USEPA, 2008d).

Não sendo um documento legal que exija o seu cumprimento rigoroso, compreende informação relevante para orientar e auxiliar os agentes decisores, bem como pode constituir um elemento precursor de novas políticas e regulamentos ambientais.

Diversos centros de investigação conduziram trabalhos nesta direcção, tendo desenvolvido políticas de acção a nível local.

O Houston Advanced Research Center, de Houston no Texas (EUA), desenvolveu um plano de acção local que objectiva “refrescar a região” sob o lema de trazer “benefícios para o ar puro e a qualidade de vida”. Este programa pretende actuar num horizonte temporal de 10 anos, em três áreas-chave (Hitchcock, 2004:1):

- i) Ao nível das coberturas dos edifícios – implementação generalizada de diversas tecnologias de refrigeração de telhados (telhados “verdes”, utilização de materiais e revestimentos altamente reflectantes);
- ii) Ao nível do incremento das populações vegetais – constituição de uma população de 10 milhões de árvores, através da plantação de novos exemplares e protecção e melhoria do coberto existente;
- iii) Ao nível do pavimento – implementação de tecnologias de refrigeração de pavimentos de parques de estacionamento e ruas, quer novos quer existentes (utilização de materiais e tintas claras altamente reflectantes).

O HARC definiu, ainda, uma política de actuação para mitigação da ICU, que inclui (Hitchcock, 2007):

- i) Resoluções formais – focadas em medidas específicas e acções de acompanhamento (inseridas, por exemplo, no Plano de Protecção Climática criado pelo município de Cambridge, Massachussets⁷);

⁷ Disponível em http://www.cambridgema.gov/cdd/et/climate/clim_plan/clim_plan_full.pdf

- ii) Planos urbanos e regionais – compreendem acções de desenvolvimento e planeamento urbano que incorporam medidas de mitigação da ICU (por exemplo, adoptadas pelo município de Gilbert, Arizona, que implementou novas tecnologias de pavimentação⁸);
- iii) Políticas e regulamentações da qualidade do ar – a diminuição das temperaturas permite incrementar a qualidade do ar; pretende-se a reformulação das políticas, para que compreendam os objectivos de mitigação do fenómeno em análise (o município de Sacramento, Califórnia, criou um plano de acção que pretende, entre as diversas medidas definidas, reduzir os gases poluentes provenientes do parque automóvel⁹).

No panorama europeu foi desenvolvida uma estratégia temática no âmbito do ambiente urbano, que pretende “contribuir para uma melhor qualidade de vida através de uma abordagem integrada e centrada nas áreas urbanas”. Apresenta como principais desafios a expansão urbana, a reabilitação das zonas industriais, implementação de construção e desenvolvimento de rede de transportes sustentáveis, gestão de espaços verdes e promoção da eficiência energética (Cartalis, 2006:14).

A sinergia com outras políticas – de combate às alterações climáticas, de promoção da natureza e biodiversidade nos centros urbanos, de protecção do solo e de uso sustentável dos recursos naturais – permite abranger o leque de medidas de mitigação da ICU que devem ser conduzidas (Cartalis, 2006).

Na Tabela seguinte apresenta-se a compilação dos principais documentos reguladores referentes à temática energético-ambiental no contexto europeu, fundamental no âmbito da ICU.

⁸ Disponível em <http://www.gilbertaz.gov/planning/urbanheatisland.cfm>

⁹ Disponível em <http://www.epa.gov/heatisland/pilot/archives/Sacramento.pdf>

Tabela 2.4 – Síntese dos documentos legisladores na área energético-ambiental.

Regulamentação	Contexto	Especificações
Directiva 2002/91/CE – Desempenho Energético dos Edifícios (Directiva 2002/91/CE)	<ul style="list-style-type: none"> - Redução da dependência energética externa da UE; - Diminuição da emissão de GEE; - Diminuição do consumo de energia; - Promoção da eficiência energética. 	<ul style="list-style-type: none"> - Cálculo do desempenho energético e certificação energética dos edifícios – novos e existentes, públicos e privados; - Inspeção das caldeiras e instalações de ar condicionado e avaliação de instalações de aquecimento.
Directiva COM (2003)739 – Relativa à eficiência na utilização final de energia e aos serviços energéticos (Directiva COM(2003)739)	<ul style="list-style-type: none"> - Cumprimento das metas de Quioto: redução das emissões da UE em 8% até 2012; - Promoção de eficiência energética: redução da procura de energia; - Redução da dependência energética externa da UE. 	<ul style="list-style-type: none"> - Utilização final de energia mais eficiente; - Desenvolvimento de um mercado comercialmente viável e competitivo: medidas de eficiência energética com boa relação custo-eficácia.
Plano de Acção para a Eficiência Energética (2007-2012) (Directiva COM(2006)545)	<ul style="list-style-type: none"> - Melhoramento do rendimento energético dos produtos, edifícios e serviços; - Melhoramento do rendimento energético da produção e distribuição de energia; - Redução do impacte dos transportes no consumo energético. 	<ul style="list-style-type: none"> - Redução de 20% no consumo de energia até 2020; - Melhoramento do desempenho dos aparelhos e equipamentos eléctricos: aplicação de normas de rendimento e sistemas de rotulagem e classificação do desempenho energético.
Parecer 2006/C 115/20 (Parecer 2006/C 115/20)	<ul style="list-style-type: none"> - Combate às alterações climáticas; - Desenvolvimento de diversos projectos pela Comissão de Desenvolvimento Sustentável. 	<ul style="list-style-type: none"> - Consideração da existência de ilhas de calor, que traduzem os efeitos das alterações climáticas ao nível local; - Definição de um conjunto de acções práticas que devem ser conduzidas a nível local e regional para o combate às alterações climáticas.
Carta de Leipzig sobre as Cidades Europeias Sustentáveis (CdR 163/2007, 2007)	<ul style="list-style-type: none"> - Reforço e desenvolvimento das cidades: Estratégia de Desenvolvimento Sustentável da UE; - Adesão aos Compromissos de Aalborg, para uma acção estratégica e coordenada. 	<ul style="list-style-type: none"> - Aplicação de uma política de desenvolvimento urbano integrado: definir objectivos de desenvolvimento, coordenar diferentes planos e políticas sectoriais, reforço da coordenação a nível local e de área metropolitana – qualidade económica, social, cultural e ambiental; - Modernização da rede de infra-estruturas e transportes urbanos: maior sustentabilidade e melhor qualidade de vida; - Melhoria da qualidade do parque imobiliário: maiores potencialidades no aumento da eficiência energética da UE e no combate às alterações climáticas.
Directiva COM (2008)30 – Duas vezes 20 até 2020; As alterações climáticas, uma oportunidade para a Europa (Directiva COM(2008)30)	<ul style="list-style-type: none"> - Adaptação de uma economia de baixo teor de carbono e garantia de segurança do abastecimento energético; - Actualização do Regime de Comércio de Licenças de Emissão – redução anual das emissões até permitir -21% até 2020, em relação a 2005. 	<ul style="list-style-type: none"> - Redução, até 2020, de 20% nas emissões de GEE; - Aumento, até 2020, de 20% da contribuição das energias renováveis no consumo energético da UE.

Tendo em conta que a informação apresentada não abrange por completo todas as nuances sobre a temática, considera-se que corresponde a um conjunto satisfatório de linhas orientadoras e reguladoras no âmbito energético-ambiental. Depreende-se

que os compromissos assumidos pelos estados-membros permitem promover o combate às alterações climáticas e minimizar os seus efeitos.

Como se pode verificar pela secção anterior (2.3. Metodologias de Avaliação e Medidas de Mitigação), os documentos apresentados na Tabela 2.4 legislam e regulamentam parte das medidas indicadas – por exemplo, promoção da eficiência energética, diminuição das emissões de CO₂, diminuição do consumo de energia final e melhoria dos processos de construção dos parques habitacionais.

No prisma nacional, a mudança comportamental surge com a ratificação ao Protocolo de Quioto da Convenção-Quadro das Nações Unidas, em que Portugal se compromete, a par dos restantes países europeus, a reduzir 8% das suas emissões de GEE, no período 2008-2012, em relação a 1990 (Decisão 2002/358/CE).

Para cumprir este objectivo, Portugal definiu alguns instrumentos fundamentais, que contribuem, ao nível local, simultaneamente para a minimização dos efeitos da ICU.

O Programa Nacional para as Alterações Climáticas “contempla um conjunto de políticas e medidas nos diversos sectores da economia portuguesa que conduzirá, no período 2008 a 2012, a um controlo das emissões dos GEE”. O documento, na sua revisão de 2007, define, entre outras medidas, o aumento da meta de geração de electricidade a partir de fontes renováveis de energia de 39% de consumo bruto de electricidade em 2010 para 45% (comparativamente aos 42% definidos na versão de 2006) (Resolução do Conselho de Ministros nº1/2008:108).

Sendo um instrumento importante, na medida em que fomenta a produção de energia através de fontes renováveis, apresenta, como medida complementar (mantida desde o PNAC de 2006), a melhoria da eficiência energética ao nível da procura de electricidade. A meta estabelece uma redução de 1 020 GWh no

consumo de electricidade para 2010, bem como as respectivas medidas a adoptar (Resolução do Conselho de Ministros nº104/2006).

Com vista à eficiência energética, e resultante da Directiva 2006/32/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, que obriga os estados-membros a publicarem um plano de acção que estabeleça, pelo menos, 1% de poupança de energia anual até 2016, o Conselho de Ministros português aprova o Plano Nacional de Acção para a Eficiência Energética (Resolução do Conselho de Ministros nº80/2008).

O PNAEE, orientado para a gestão da procura energética, agrega um conjunto de programas e medidas de eficiência em quatro áreas específicas: transportes, residencial e serviços, indústria e estado. Estabelece, ainda, três áreas transversais de actuação – comportamentos, fiscalidade e incentivos e financiamentos. Uma das principais medidas definidas no documento, que prevê a sua articulação com o PNAC, estabelece uma redução de 10% na produção de energia primária até 2015 (Resolução do Conselho de Ministros nº80/2008). Na Tabela seguinte apresentam-se as medidas e objectivos do PNAEE, de acordo com os diferentes sectores.

Tabela 2.5 – Medidas e objectivos do PNAEE (Direcção Geral de Geologia e Energia, 2008:4-5).

Transportes	
1. Programa Renove Carro	Reduzir em 20% o parque de veículos ligeiros com mais de 10 anos
	Reduzir em mais de 20% as emissões médias de CO ₂ dos veículos novos vendidos anualmente (143 g/km em 2005 para 110 g/km)
2. Programa Mobilidade Urbana	20% do parque automóvel com equipamentos de monitorização (computador de bordo, GPS, <i>cruise control</i> ou verificação automática do ar dos pneus)
3. Sistema de Eficiência Energética dos Transportes	Criação de plataforma inovadora de gestão de tráfego com rotas optimizadas por GPS
	Criação de planos de mobilidade urbana para capitais de distrito e centros empresariais com mais de 500 trabalhadores
	Transferência modal de 5% do transporte individual para colectivo
Residencial e Serviços	
4. Programa Renove Casa & Escritório	Programa de incentivo à reabilitação urbana sustentável, com o objectivo de ter 1 em cada 15 lares com classe energética optimizada (superior ou igual a B-)
5. Sistema de Eficiência Energética nos Edifícios	Programa de renovação de 1 milhão de grandes electrodomésticos
	Substituição de 5 milhões de lâmpadas por CFL ¹⁰
6. Renováveis na Hora e Programa Solar	Benefícios no licenciamento à construção eficiente (majoração da área de construção)
	75 mil lares electroprodutores (165 MW potência instalada)
	1 em cada 15 edifícios com Água Quente Solar

¹⁰ Lâmpadas fluorescentes compactas
(<http://gere.adene.pt/Pages/Documents/FichadeInformacaoIncandescentePhaseOut.pdf>)

Indústria	
7. Sistema de Eficiência Energética na Indústria	Acordo com a indústria transformadora para a redução de 8% do consumo energético
	Criação do <i>Sistema de Gestão de Consumos Intensivos de Energia</i> com alargamento às médias empresas (>500 tep) e incentivos à implementação das medidas identificadas
Estado	
8. Programa E3: Eficiência Energética no Estado	Certificação energética de todos os edifícios do Estado
	20% dos edifícios do Estado com classe igual ou superior a B-
	20% da frota de veículos do Estado com emissões de CO ₂ inferiores a 110 g/km
	<i>Phase-out</i> da iluminação pública ineficiente
	20% da semaforização de trânsito com iluminação eficiente (LED)
Comportamentos	
9. Programa Mais	Lançamento do “Premio Mais Eficiência” para premiar a excelência ao nível das varias vertentes (ex: empresas, edifícios, escolas, entre outros)
	Conceito “Mais Eficiência Energética”: “selo”/credenciação para identificar boas práticas em cinco vertentes: Casa, Autarquia, Empresa, Escola e Equipamentos
10. Operação E	Aumento da consciencialização para a eficiência energética e mudança de comportamentos através de campanhas de comunicação e sensibilização (até 2 milhões de euros/ano)
Fiscalidade	
11. Fiscalidade Verde	Novo regime de tributação automóvel e fiscalidade sobre os combustíveis industriais
	Regime de amortizações aceleradas para equipamentos e viaturas eficientes
	Incentivos fiscais à micro-produção e alinhamento progressivo da fiscalidade com o Sistema de Certificação Energética dos Edifícios (ex: benefício em IRS a habitações com classe A/A+)
Incentivos e Financiamentos	
12. Fundo de Eficiência Energética	Incentivo à eficiência no consumo eléctrico – incentivo aos clientes de maior consumo por contrapartida de prémio aos de menor consumo e do Fundo de Eficiência Energética
	Cheque eficiência: Prémio equivalente a 10% ou 20% dos gastos em electricidade durante 2 anos em caso de redução verificada de 10% ou 20% do consumo de electricidade
	Crédito bonificado: 250 M€/ano para investimentos em eficiência (enfoque reabilitação urbana)
	Dinamização de Empresas e Serviços de Energia através de incentivos à sua criação (QREN), concursos para auditorias no Estado e regulamentação do “Contrato Eficiência”

O referido plano apresenta, ainda, grande enfoque no sector residencial e dos serviços, apostando na substituição dos electrodomésticos e na dinamização da reabilitação urbana. Segundo dados disponibilizados, 1,2 milhões de edifícios necessitam de pequenas reparações e quase 800 mil necessitam de médias ou grandes reparações. Com base neste potencial de intervenção para a conservação do parque habitacional, foram definidas três medidas base: i) Medida *Janela Eficiente* – substituição de superfícies vidradas não eficientes (200 mil fogos até 2015); ii) Medida *Isolamento Térmico* – incentivo ao isolamento térmico (100 mil fogos até 2015); e iii) Medida *Calor Verde* – instalação de 200 mil sistemas de

aquecimento de ambiente eficientes até 2015 (Direcção Geral de Geologia e Energia, 2008).

Considera-se que a existência dos instrumentos apresentados constitui uma oportunidade bastante relevante para os agentes decisores actuarem e colocarem em prática os objectivos e metas definidas. Porém, é fundamental que haja comunicação entre os *stakeholders* e se promova a adesão por parte das populações.

Não deixa de ser necessário evidenciar que, tal como referido por Domingos (2008:24), por mais que os objectivos sejam ambiciosos, “a ausência de calendarização coloca a avaliação final dos resultados fora do mandato normal dos seus promotores”. É importante que os seus sucessores assegurem a continuidade das acções promovidas com vista a alcançar o sucesso dos objectivos propostos pelos planos apresentados.

3. QUADRO DE REFERÊNCIA PARA A CIDADE DE LISBOA

3.1. CRESCIMENTO DA MALHA URBANA E EVOLUÇÃO DA TIPOLOGIA DE CONSTRUÇÃO

Lisboa tem as suas origens na região a norte do castelo de S. Jorge. Por volta do ano de 195 aC, como resultado da fixação dos romanos e o consequente desenvolvimento sócio-económico, é-lhe atribuída a designação de “município”. Desde cedo que se assume como um centro mercantilista importante, tendo os romanos desenvolvido a sua defesa estratégica, auxiliados pela protecção natural do estuário do Tejo (Câmara Municipal de Lisboa, 2010b).

Lisboa é, então, uma cidade cobiçada que começa a desenvolver o seu núcleo de população fixa no perímetro confinado às muralhas. “Nos seus arrabaldes foi-se agregando um bom número de famílias cultivadoras da terra que, em troca de pão, fruta, vinho, legumes e gado, recebiam protecção e defesa” (Câmara Municipal de Lisboa, 2010b).

Desde as suas origens que o Homem procura diversas formas de se abrigar. Com a fixação das populações surge a necessidade de construir abrigos mais resistentes e acolhedores. Em Portugal, as primeiras construções são em taipa¹¹, constituídas por terra argilosa húmida, comprimida entre taipais de madeira posteriormente retirados após a secagem. É um material pouco coeso e, consequentemente, pouco resistente às intempéries – chuva e humidade – sendo por isso que hoje em dia há poucos exemplares desta tipologia (Coelho, *et al.*, 2005).

Com o passar dos séculos, e resistindo a diversas crises, no século XII, com a conquista da cidade por D. Afonso Henriques, começa a expansão de Lisboa para

¹¹ Mistura rudimentar de areia e argila
(http://www.construlink.com/Homepage/2003_ConstrulinkPress/Ficheiros/MonografiasPrimeirasPaginas/mn_paredetaipa6.pdf)

além das suas muralhas. A corte acaba por se estabelecer naquela que viria a ser a capital do reino, “núcleo de um importante sistema económico de trocas”. As suas imediações caracterizam-se, predominantemente, por terrenos de prática agrícola (Câmara Municipal de Lisboa, 2010b).

A população mantém o seu ritmo de crescimento e surge então, no reinado de D. João I, a necessidade de construir a primeira urbanização, localizada na colina do Carmo (1400). Em 1500, também o rei D. Manuel I procede à construção de um novo loteamento no Bairro Alto, expropriando alguns terrenos agrícolas. O crescimento do Bairro Alto marca uma mudança na vida urbana de Lisboa, pois surge uma nova consciência urbanística e arquitectónica (Câmara Municipal de Lisboa, 2010b).

Neste período, a qualidade do edificado começa a ser diferenciada. Surgem, então, edifícios: i) de qualidade elevada, construídos com paredes de alvenaria bem cuidada, pedra aparelhada e elementos de travamento; ii) de qualidade inferior, com paredes de alvenaria pobres, por vezes em taipa, sem elementos de travamento; e iii) com andar de ressalto, com um rés-do-chão em alvenaria de pedra ou mista em enxadrezado, semelhante à gaiola pombalina¹². Na generalidade, os pavimentos são em madeira – sobrados – revestidos superiormente por soalho e na parte inferior por um forro de pranchas de madeira (que, por vezes, podem ser arcos ou abóbadas de tijolo). A cobertura é revestida por tábuas onde assenta o telhado, por sua vez em telhas de canudo – argamassadas ou aramadas (Coelho, *et al.*, 2005).

Em 1755, quando estão criados os alicerces para o crescimento da cidade, que atravessa um período de desenvolvimento, o terramoto destrói dois terços dos arruamentos e cerca de três mil casas das 20 mil existentes. As zonas mais

¹² Sistema de construção anti-sísmico: estrutura tridimensional de madeira revestida por paredes de alvenaria (http://www-ext.lnec.pt/LNEC/DE/NESDE/divulgacao/gaiol_const_sism.html)

afectadas são a Baixa e os bairros do Castelo e do Carmo – precisamente as zonas mais urbanizadas da cidade (Câmara Municipal de Lisboa, 2010b).

Torna-se necessário reconstruir a cidade, nascendo, então, a Baixa Pombalina, com princípios urbanistas inovadores sujeitos a regras fixas e pragmáticas, que surpreendem todo o mundo. Marquês de Pombal, primeiro ministro de D. José, em conjunto com os arquitectos e engenheiros Manuel da Maia, Eugénio dos Santos e Carlos Mardel, promovem um sistema urbanístico que obedece a traçados de eixos de composição simétrica e a uma direcção planificada das ruas alinhadas. Os edifícios são construídos com base na estrutura gaiola, composta por um sistema de pórticos tridimensionais contraventados de madeira, perpendiculares entre si. Esta estrutura anti-sísmica pioneira, desenvolvida para garantir melhores condições de segurança, é revestida exteriormente por paredes de alvenaria, com ligações através de peças de madeira. Nos pontos de maior concentração de esforço é comum encontrarem-se cintas de ferro entre as ligações de madeira. Tipicamente, o rés-do-chão é amplo para utilização comercial, enquanto os restantes pisos, entre quatro a cinco, são destinados à habitação. Pombal cria, assim, incentivos que captam o interesse da burguesia comercial em ascensão (Coelho, *et al.*, 2005; Câmara Municipal de Lisboa, 2010b).

Após a administração pombalina, responsável pela introdução de iluminação pública, jardins, lagos com repuxos e nomes das ruas afixados, os limites da cidade de Lisboa são sucessivamente alargados, sempre em “círculos” concêntricos na zona da Baixa, em que o traçado das ruas resulta das necessidades de procura de habitação. “O período de construção Pombalina prolonga-se (...) até meados do século XIX entrando numa época de transição que a partir de 1880 se individualiza

como época própria”, com a emersão de novas visões estéticas e um espírito de renovação (Coelho, *et al.*, 2005; Câmara Municipal de Lisboa, 2010b).

Os ideais naturalistas promovem a criação de novos jardins, a plantação de árvores no Rossio e, acima de tudo, num carácter absolutamente inovador, o rompimento das perspectivas de desenvolvimento da cidade na, até então, estrutura concêntrica. Surgem novos eixos de desenvolvimento, como a Avenida da Liberdade, a expansão da cidade desde o Parque da Liberdade (actual Parque Eduardo VII) até ao Campo Grande e “toda a planificação das ruas adjacentes, paralelas e perpendiculares num desenvolvimento ortogonal”. O nascimento das “Avenidas Novas” marca o “grande desafogo urbanístico da cidade de hoje” (Câmara Municipal de Lisboa, 2010b).

É nestas zonas de maior expansão que surgem edifícios novos e mais altos, sem qualquer rigor construtivo, símbolo do período anterior – verifica-se a deterioração dos processos construtivos, passando-se da “gaiola para o gaioleiro”. Observa-se, então, a simplificação das estruturas e o desaparecimento de alguns dos mais importantes elementos de estabilização horizontal das paredes. Ao invés, os sistemas de travamento são laterais e as paredes em alvenaria perdem espessura ao longo da altura do edifício, categorizando-se em: i) paredes mestras, de pedra irregular argamassada com argila, utilizadas nas fachadas principais e posteriores; ii) paredes resistentes de tijolo maciço, dispostas espaçadamente nas empenas¹³ e noutros locais no interior do edifício; e iii) paredes interiores de tabique¹⁴, pouco resistentes e estabilizadas por uma prancha da periferia do pavimento embutida na parede de alvenaria (Coelho, *et al.*, 2005).

¹³ Paredes exteriores construídas no limite de duas propriedades, que podem ser comuns a dois imóveis vizinhos (http://www.estig.ipbeja.pt/~pdnl/Sub-paginas/ProcesConst_apoio_ficheiros/aulas/PC_Cap9_Paredes_web.pdf).

¹⁴ Estrutura de barrotes de madeira pregados, revestidos por uma argamassa (http://www.civil.uminho.pt/masonry/Publications/Update_Webpage/2004_Luso_Lourenco1.pdf).

Por sua vez, os pavimentos são estruturas de madeira compostas por barrotes assentes nas paredes. É neste período que surgem, a par das escadas metálicas exteriores, as marquises, geralmente construídas com vigas e pilares metálicos e pavimento com enchimento de tijolo. Estas estruturas apresentam grande vulnerabilidade à corrosão, deteriorando-se facilmente e comprometendo a conservação das zonas traseiras dos edifícios (Coelho, *et al.*, 2005).

Na chamada época moderna, pós I^a Guerra Mundial, as malhas vazias resultantes dos traçados das novas avenidas começam a ser preenchidas, originando bairros com imóveis de rendimento, ocupados por uma classe média em expansão. É nos anos 30 que surge o betão. As décadas de 30 e 40 são marcadas por um período de transição, em que os pavimentos de madeira começam a ser gradualmente substituídos pelas lajes maciças, que asseguram um bom travamento horizontal. Verifica-se a utilização de vigas de betão armado nos tectos e ao nível do rés-do-chão, principalmente em edifícios com áreas maiores ou espaços comerciais (Coelho, *et al.*, 2005; Câmara Municipal de Lisboa, 2010b).

Durante esta época, Lisboa vive uma relativa indiferença por parte do poder governativo no que toca aos problemas municipais, pelo que a cidade se vai desenvolvendo em pequenos bairros, de forma desorganizada e descontínua com as unidades já existentes. O crescimento é lento, pautado pela urbanização progressiva das zonas até então rurais, com uma completa ausência de planeamento integrado (Costa, 2006).

A entrada do Eng.^o Duarte Pacheco para a CML, em 1938, marca uma viragem no contexto da política urbana, pois a sua atitude empreendedora catapultou a cidade para um período dinâmico e intervencionista nas obras públicas. A criação de novas áreas habitacionais promove a expansão da cidade para norte, observando-se a

conjugação de prédios de rendimento, essencialmente grandes blocos residenciais isolados, com habitações sociais inspiradas no conceito de cidade-jardim britânico – edifícios com o máximo de dois pisos. As praças resultantes desta composição urbanística, denominada por *Português Suave*, são arrançadas com parques e espaços jardins, com vista à criação de áreas de lazer. Neste período, as construções apresentam um carácter misto, na medida em que algumas são de qualidade inferior, pré-fabricadas e com coberturas de lusalite, e outras são de alvenaria de tijolo e elementos em betão armado (Coelho, *et al.*, 2005; Costa, 2006; Câmara Municipal de Lisboa, 2010b).

A partir de 1943, com a morte de Duarte Pacheco, o urbanismo em Portugal sofre novo revés. Os edifícios começam a ser construídos integralmente em betão armado – paredes duplas de alvenaria em tijolo e pavimentos em lajes maciças de betão armado, com um número médio de pisos entre seis e oito. Este tipo de construções maciças surge, essencialmente, nos bairros de Alvalade e zonas periféricas – Lumiar, Pontinha, Olivais – e pequenos aglomerados de menor qualidade em bairros sociais como Ajuda, Serafina e Furnas. É neste período que surgem, ainda, as moradias unifamiliares (Costa, 2006).

Os anos 60 são marcados pela predominância de edifícios dispostos em grandes blocos rectangulares com mais de nove pisos, com vários fogos por piso. Paralelamente à evolução tecnológica das práticas construtivas que surge neste período, verifica-se a permanência de construções ilegais em pequenas áreas da cidade – algumas em estruturas de alvenaria, outras apenas barracas de madeira. Inicia-se, ainda, a renovação do parque habitacional em diversas zonas da cidade, principalmente com construções do tipo gaioleiro (Coelho, *et al.*, 2005).

A década de 70 é caracterizada pelo regresso das populações das antigas colónias portuguesas de África, que se reflecte em alterações na dinâmica territorial da cidade. Lisboa regista, então, um crescimento ao nível de população residente e dos seus limites geográficos. A procura de ofertas imobiliárias mais atractivas e economicamente viáveis conduz à urbanização das zonas periféricas – suburbanização – estando associada à renovação urbana e à mobilidade social, que marca o período 1970-1991 (Xerez, 2008).

A tendência de desertificação do centro da cidade e a expansão acentuada da sua periferia fazem-se sentir. “A crescente terciarização das áreas residenciais e a subida do preço da habitação conduziram à saída da população”, apesar do centro urbano não ter perdido a sua importância – o valor da habitação manteve-se elevado e cresceram as ofertas imobiliárias de condomínios fechados (Xerez, 2008:3).

Os pequenos armazéns e os operários que habitam o centro da cidade são deslocados para zonas mais afastadas, tornando-se o centro mais caro e atractivo pela existência de casas com elevado valor arquitectónico. Os residentes com novos estilos de vida e a mudança do uso dos edifícios potenciam o movimento inverso, da periferia para o centro urbano. Este processo verifica-se, essencialmente, no seio das classes sociais mais elevadas, valorizando o ambiente urbano no centro da cidade e permitindo a alteração do aspecto dos bairros. As importantes zonas históricas e centrais, em geral por toda a Europa, vêem os seus armazéns, hospitais, palácios e outros edifícios transformados em hotéis, restaurantes de luxo e condomínios caros destinados à habitação da classe média alta (Xerez, 2008).

A não monitorização do sistema de planeamento estratégico existente em Lisboa leva ao aparecimento de acentuadas assimetrias estruturais na cidade, tais como: i) crescimento desajustado entre o centro e a periferia, exigindo a contenção das

expansões e qualificação do centro; ii) défice de equipamentos colectivos e de habitação capazes de conter a perda e envelhecimento da população; e iii) ausência de uma política de mobilidade eficaz que integre os diferentes meios de transporte e potencie a mobilidade ecológica (Câmara Municipal de Lisboa, 2010b).

A viragem do século fica marcada pelo desenvolvimento urbano da AML, “mostrando sinais de maior vitalidade do que outras regiões no país”. As novas habitações surgem em aglomerados de prédios, por vezes com volumetrias desadequadas, sem o planeamento das áreas em que se inserem, conduzindo a um “caos urbanístico”. Os emaranhados de prédios que vão surgindo um pouco por toda a zona periférica da cidade rompem inequivocamente com a lógica seguida até aos anos 40 (Lopes, 2003:102-103).

Actualmente, os subúrbios a oeste de Lisboa encontram-se praticamente consolidados em termos de área construída, enquanto as vertentes a sul e a este estão naturalmente limitadas pelo Rio Tejo. Desta forma, não se prevê a densificação urbana destas regiões. As grandes áreas de expansão urbana encontram-se restritas às regiões a norte e noroeste de Lisboa. O cumprimento das políticas estratégicas definidas está dependente da execução de operações urbanísticas integradas, que regulamentem a ocupação dos terrenos com base nas linhas estratégicas estabelecidas (Lopes, 2003).

3.2. MORBILIDADE E MORTALIDADE – RELAÇÃO SAÚDE-AMBIENTE

Os conceitos de saúde e doença têm evoluído ao longo dos anos, conforme se vão ajustando aos padrões, principalmente, mecanicistas, sócio-ecológicos e ambientais (Nogueira, 2008; Richman, citado por Nogueira, 2009).

O paradigma ambiental tem assumido um papel preponderante na temática da saúde desde a década de 70 do século XX. Tal facto, prende-se com o aumento da ocorrência de problemas de saúde relacionados com o ambiente e os fenómenos de urbanização (Nogueira, 2009). De acordo com a OMS, um quarto das doenças a nível mundial são causadas por exposições ambientais que poderiam ser evitadas, estimando-se que mais de 13 milhões de óbitos anuais estejam directamente relacionados com causas ambientais evitáveis¹⁵.

A APA afirma que um dos maiores desafios da actualidade que se coloca às sociedades é a protecção do ambiente a par da protecção da saúde. Tem-se tornado cada vez mais necessário assumir “o compromisso de salvaguarda da equidade entre gerações” com base num desenvolvimento sustentável (Agência Portuguesa do Ambiente, 2010).

Embora que tardiamente, reconhece-se que o ambiente, a saúde, a qualidade de vida e a sustentabilidade apresentam entre si uma relação muito estreita – “um ambiente depauperado e desqualificado” está intimamente ligado à “perda de saúde e qualidade de vida das populações”. O contínuo fluxo de pessoas para os centros urbanos, e a consequente urbanização massiva destes espaços, evidencia a vulnerabilidade do território, aumentando o risco de exposição a novas doenças (Nogueira, 2009:7).

¹⁵ Informação disponível em: <http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2006/pr32/en/>

As características do espaço urbano afectam, positiva ou negativamente, o bem-estar e a saúde dos cidadãos. Neste sentido, diversos estudos têm sido realizados com o objectivo de auto-avaliar o estado de saúde da população e as determinantes ambientais que mais o condicionam e influenciam.

De acordo com o inquérito Eurobarómetro de 2007, os cidadãos europeus consideram que os químicos (64%), a qualidade dos alimentos (59%), o ar exterior (51%) e a qualidade da água para consumo (50%) são os factores ambientais que mais afectam a sua saúde (Agência Portuguesa do Ambiente, 2010).

Por sua vez, Nogueira (2009) realizou um estudo que avalia a influência dos factores biológicos e do ambiente local na saúde auto-avaliada da população da AML. A amostra inquirida revela que os indivíduos do sexo feminino manifestam piores estados de saúde auto-avaliada, sendo que, por outro lado, para um aumento de 10 anos de idade, a probabilidade de reportar piores estados de saúde é 51% maior. Relativamente aos comportamentos relacionados com a saúde, para os indivíduos que praticam exercício físico a probabilidade de avaliar melhores estados de saúde é 73% maior em relação aos indivíduos que não têm esta prática; os indivíduos fumadores reportam 21% mais estados de saúde negativos, comparando com indivíduos não fumadores. A disponibilidade de serviços de saúde preventiva, a escolaridade e a acessibilidade a transportes públicos também se manifestaram como factores determinantes na influência do estado de saúde auto-avaliado dos inquiridos.

De acordo com a autora, “neste estudo, importa sobretudo sublinhar o impacte no estado de saúde de um conjunto de factores ambientais, muitas vezes relacionados com a progressiva urbanização do espaço – o crescimento da cidade dispersa” (Nogueira, 2009:15).

Um factor que assume elevada importância no espaço urbano é a presença de espaços verdes de qualidade, que satisfaçam as necessidades da população. De acordo com diversos investigadores que estudam a temática, referidos por Santana, *et al.* (2010), a relação entre os espaços verdes urbanos e a saúde pública pode ser estabelecida de duas formas: i) directa – os espaços verdes potenciam o bem-estar, a qualidade de vida e a saúde das populações; e ii) indirecta – os espaços verdes melhoram a qualidade ambiental: por exemplo, melhoria da qualidade do ar, pela diminuição da poluição, e atenuação do efeito de ilha de calor urbana.

Os mesmos autores referem um estudo que realizaram em 2008 para o município da Amadora, que conclui que a utilização de espaços verdes potencia o estado de saúde – a probabilidade da população auto-avaliar o seu estado de saúde como positivo aumenta 40% (Santana, *et al.*, 2010).

Reconhecendo a importância de potenciar a melhoria ambiental urbana, as evidências apresentadas manifestam a necessidade de a associar ao aumento da qualidade de vida da população citadina. Torna-se fundamental reduzir os episódios de morbilidade e mortalidade associados a factores ambientais, aprofundando, para isso, o conhecimento da relação causal entre estes factores e os seus efeitos na saúde (Agência Portuguesa do Ambiente, 2010).

Neste contexto, considera-se importante caracterizar a mortalidade ocorrida nos últimos anos no nosso país. Em Portugal, os padrões de mortalidade nem sempre foram os mesmos. Foram-se alterando consoante as épocas de doenças epidémicas e a evolução dos cuidados de saúde, que, por sua vez, se traduziram em deslocações da mortalidade para determinadas faixas etárias, um aumento da esperança média de vida e um aumento das taxas de sobrevivência nos primeiros estágios de vida (Oliveira, 2010).

As populações tradicionais são marcadas por um padrão de mortalidade em U, caracterizado por uma mortalidade mais acentuada nas faixas etárias mais baixas, assim como nas mais altas. Este padrão manifesta-se pela morte determinante nos primeiros anos de vida traduzindo a dificuldade de sobrevivência nesta fase, sendo que após a infância se verificam as mais baixas taxas de mortalidade. Com a entrada na vida adulta, a mortalidade aumenta novamente e de forma progressiva e mais acentuada com o avançar da idade da população. Estas sociedades são fortemente afectadas pela incidência de doenças infecciosas, que comprometem a sobrevivência dos indivíduos mais frágeis. Os períodos de pestes, bem como as épocas de fome, induzem flutuações acentuadas na mortalidade da população, que se manifestam pela baixa esperança de vida e pela vulnerabilidade dos grupos de recém-nascidos, crianças e mulheres em idade reprodutiva (Oliveira, 2010).

Omran (1971) define a transição epidemiológica, que traduz a associação entre a mudança das causas de morte e o aumento da sobrevivência nas faixas etárias mais baixas. A diminuição das taxas de mortalidade por doenças infecciosas conduz a uma diminuição da mortalidade em geral das populações, possibilitando um aumento gradual da esperança de vida. A emergência de doenças crónicas e degenerativas concentra a mortalidade nas faixas etárias mais avançadas. Desta forma, segundo Oliveira (2010), o padrão da mortalidade passa a expressar-se por um J, sendo a distribuição que mais se assemelha à actualidade.

De acordo com Oliveira (2010:38), “embora em 1950 a população portuguesa já não se pudesse considerar como tendo uma mortalidade característica das populações tradicionais, a comparação entre 1950 e 2005 permite, ainda assim, verificar a mudança de um padrão de mortalidade em U para o actual modelo em J”. Nas Figuras 3.1-3.4 apresentam-se esquematizados os gráficos que traduzem a

evolução destes padrões, caracterizada, essencialmente, pela diminuição da mortalidade infanto-juvenil.

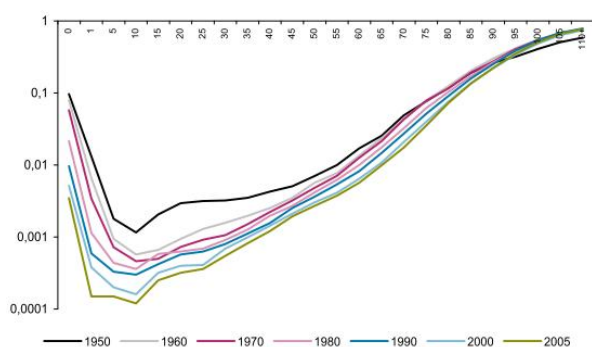


Figura 3.1 – Taxa de mortalidade (nmix¹⁶) – mulheres (Oliveira, 2010).

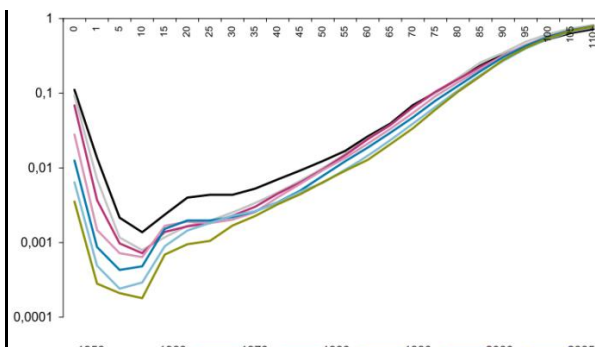


Figura 3.2 – Taxa de mortalidade (nmix) – homens (Oliveira, 2010).

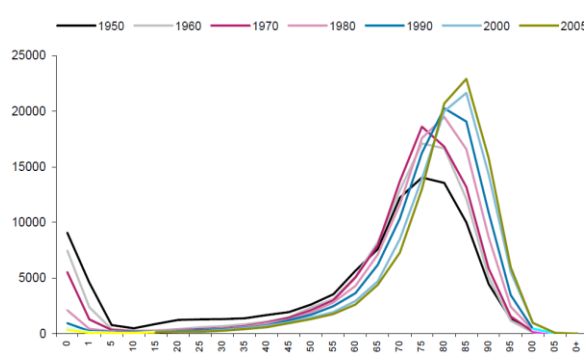


Figura 3.3 – Óbitos – mulheres (Oliveira, 2010).

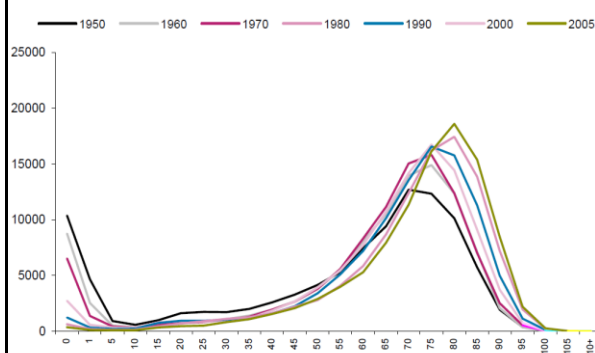


Figura 3.4 – Óbitos – homens (Oliveira, 2010).

A alteração progressiva das causas de mortalidade e morbilidade permite a evolução do padrão etário da mortalidade, associado ao aumento da esperança de vida, concentrando os óbitos nas faixas etárias mais avançadas (Oliveira, 2010).

Como se pode verificar pela Tabela 3.1, a principal causa de morte em Portugal, quer nos homens quer nas mulheres, são as doenças do sistema circulatório, sendo que ganha maior expressividade nas mulheres (com 38,9%, *versus* 29,6% nos homens). A segunda causa de morte com maior representação corresponde aos tumores malignos, com maior expressividade nos homens.

¹⁶ **nmix** – taxa específica de mortalidade: relação entre o nº de óbitos do grupo etário x, x+n (ou idade x) na população média do respectivo grupo etário (ou idade x), por 1000 habitantes (http://ine-linx01.ine.pt/ngt_server/attachfileu.jsp?look_parentBoui=106932&att_display=n&att_download=y)

Tabela 3.1 – Causas de Morte em Portugal (%), valores médios 2004-2006 (Oliveira, 2010).

Causa de Morte	Mulheres	Homens
Doenças Infecciosas	1,6	2,5
Tumores Malignos	18,3	24,5
Doenças Nutricionais, Endócrinas e Metabólicas	5,7	3,9
Doenças do Sistema Circulatório	38,9	29,6
Doenças do Sistema Respiratório	9,9	11,0
Doenças do Sistema Digestivo	3,6	5,0
Causas Externas	2,4	5,9
Outras Causas	7,3	6,2
Causas Mal Definidas	12,3	11,4

Em conjunto, as causas de morte referentes às doenças do sistema circulatório e aos tumores malignos são, actualmente, as principais causas de morte no nosso país, representando cerca de 60% dos óbitos, quer nos homens quer nas mulheres. A distribuição etária da mortalidade associada a estas causas está representada nos gráficos das Figuras 3.5-3.6.

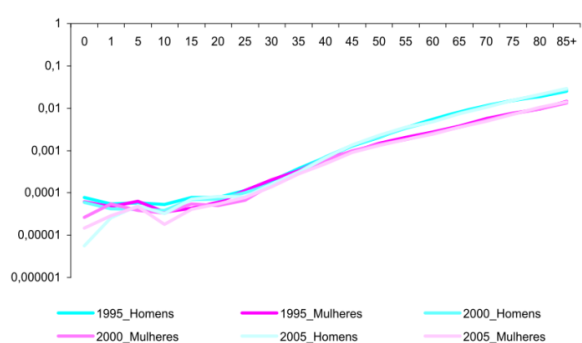


Figura 3.5 – Padrão de mortalidade por sexo, Portugal, 1995, 2000 e 2005 – Tumores Malignos (Oliveira, 2010).

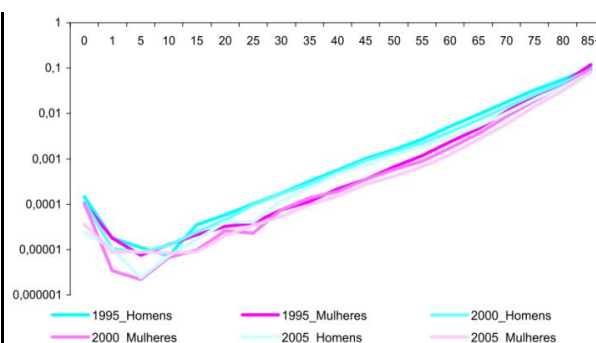


Figura 3.6 – Padrão de mortalidade por sexo, Portugal, 1995, 2000 e 2005 – Doenças do Sistema Circulatório (Oliveira, 2010).

Como se pode observar, o padrão da mortalidade por tumores malignos apresenta uma tendência ascendente, de acordo com o avanço nas faixas etárias, sendo que os óbitos registados nas faixas infantis são muito reduzidos. Por seu lado, a distribuição da mortalidade por doenças do sistema circulatório assemelha-se a um J, traduzindo um número de ocorrências significativo na população recém-nascida, diminuindo de seguida com o avanço da idade, voltando depois a aumentar a partir da fase adolescente e progressivamente nas faixas etárias seguintes (Oliveira, 2010).

No que diz respeito ao estado de morbilidade e à necessidade de assistência médica/hospitalar, em Portugal tem-se vindo a registar um aumento da procura de cuidados de saúde nos estabelecimentos do SNS. Desde a década de 90, do século XX, que se assiste a um contínuo crescimento do número de consultas/habitante nos centros de saúde – 2,5 em 1990; 2,6 em 1996; 2,8 em 2005. Nos hospitais, o serviço que apresentou maior crescimento foi o de ambulatório, com um aumento de 34,4% entre 2000 e 2005 (George, *et al.*, 2007). A Tabela 3.2 sintetiza os padrões de evolução de algumas destas nuances.

Tabela 3.2 – Evolução da assistência médica nos estabelecimentos do SNS (George, *et al.*, 2007).

	Actividade nos Centros de Saúde (x1000)						
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2005/2000
Emergências	5 508,5	5 561,4	5 816,8	5 778,1	5 494,2	5 667,1	2,9%
Consultas	26 734,3	27 283,2	28 292,4	28 065,2	28 118,0	28 262,9	5,7%
	Actividade nos Hospitais do Serviço Nacional de Saúde (x1000)						
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2005/2000
Internamentos	886,3	903,6	916,2	929,3	920,7	940,5	6,1%
Ambulatório	6 620,7	7 107,6	7 479,7	7 993,5	8 496,9	8 896,7	34,4%
Emergências	5 976,6	6 218,6	6 318,9	6 466,1	6 210,6	6 446,9	22,3%

Tendo em conta os padrões de mortalidade e morbilidade apresentados, e considerando a população cada vez mais envelhecida, torna-se evidente a importância desta temática. Os cuidados de saúde são fundamentais para o bem-estar de uma população, principalmente, numa época em que os fenómenos ambientais extremos são cada vez mais frequentes. As cheias, as tempestades, as secas e as ondas de calor são exemplos de acontecimentos que constituem uma ameaça global. A AEA prevê que, por exemplo, o aumento das temperaturas seja mais significativo na Europa, com especial ênfase para os países do Sul – como é o caso de Portugal. Os efeitos das alterações climáticas constituem um novo perigo para a saúde pública, devendo ser uma prioridade de actuação baseada em políticas estratégicas ambientais, sociais e económicas (George, *et al.*, 2007).

3.3. O CLIMA URBANO E A SUA RELAÇÃO COM A SAÚDE

O clima define-se como o estado das condições atmosféricas e as suas alterações ocorridas numa determinada localização. Diversos factores físicos são responsáveis por estas flutuações, como por exemplo, a localização geográfica, a altitude e a distância de uma localidade a grandes massas de água (Baumüller, *et al.*, 2008).

A acrescentar a estes factores naturais, o clima sofre alterações ao nível das áreas urbanas. As cidades, tendo em conta o seu macroclima, as características regionais, os aspectos locais e as particularidades do tecido urbano, são responsáveis pela formação de um 'clima diferente' – o clima urbano, sujeito a diversas pressões antropogénicas (Lowry, 1977; Baumüller, *et al.*, 2008).

A cidade de Lisboa caracteriza-se por um clima de tipo mediterrâneo, modificado localmente pela topografia acidentada e pela proximidade ao Oceano Atlântico e ao Rio Tejo, que lhe conferem um carácter ameno. O período do Verão é quente e seco, registando uma temperatura máxima média de 27,4°C (em Julho) e uma mínima média de 8,2°C (em Janeiro). O período de maior concentração de precipitação é entre Outubro e Abril (Alcoforado, 1993; Alcoforado, *et al.*, 2005).

Um elemento que se apresenta como fundamental na dinâmica urbana é o vento, pois desempenha um papel importante para o conforto térmico, arrefecendo a cidade, e para a saúde dos habitantes, contribuindo para a remoção dos poluentes. Em termos gerais, os ventos dominantes em Lisboa são oriundos dos quadrantes norte e noroeste, ocorrendo com uma frequência anual de 41%, contudo com alguma variação consoante as estações do ano (Alcoforado, *et al.*, 2005).

Os ventos do período de Verão, conhecidos por Nortada¹⁷, sopram predominantemente de norte e noroeste, em 70% das tardes e durante todo o dia em 45% dos dias. A velocidade média horária deste regime é superior a 15 km/h ($\approx 4,2$ m/s), fazendo-se sentir em 27% dos dias de Verão. Podem ocorrer rajadas que atingem 50 km/h ao início da tarde e 70 km/h ao anoitecer. Os ventos de sul e sudoeste, denominados brisas do Oceano Atlântico e do Estuário do Tejo, ocorrem com menos frequência e intensidade. A circulação de ar marítimo e fluvial faz-se sentir em 35% dos dias de Verão, essencialmente entre o fim da manhã e o início da tarde, refrescando, assim, a cidade. Neste período, praticamente não se observam situações de calma (Lopes, 2003; Alcoforado, *et al.*, 2005).

A reduzida frequência de ventos de sul e sudoeste altera-se progressivamente com a passagem do Verão para o Outono. Com a mudança de estação, verifica-se uma “diminuição da percentagem e da velocidade dos ventos provenientes de norte e de noroeste”, a par de um aumento dos ventos de nordeste, este, sul e sudeste, bem como da percentagem de calmas (Alcoforado, 1993:27).

Com a chegada do Inverno, os ventos mais frequentes que ocorrem em Lisboa sopram de sul e sudoeste, em 29% dos dias, sendo que os provenientes de norte e nordeste se fazem sentir em 27% dos dias. As velocidades tendem a ser maiores, bem como a percentagem de situações de calma que atingem um valor bastante elevado (cerca de 30%) nas zonas periféricas, sendo raras nas zonas de grandes aglomerados (Alcoforado, 1993; Alcoforado, *et al.*, 2005).

O início da Primavera caracteriza-se por uma diminuição da percentagem de dias de calma, sobretudo em localidades dos arredores de Lisboa. Observa-se, também,

¹⁷ Regime de ventos relativamente fortes que ocorre no litoral ocidental da Península Ibérica, entre Maio-Setembro/Outubro (Lopes, 2003).

uma maior predominância dos ventos de norte, que se verifica até ao final do Verão (Lopes, 2003; Alcoforado, 1993).

É importante analisar as condições de insolação e nebulosidade que se verificam para a cidade de Lisboa, grandezas que se consideram praticamente simétricas uma da outra. No período de Inverno, particularmente no mês de Janeiro, espera-se que a razão de insolação¹⁸ seja $\geq 0,80$ em pelo menos nove dias, sendo que em 45% dos dias é superior a 0,60. A probabilidade de ocorrência de dias de céu praticamente limpo nesta estação é de 22%. A proximidade da Primavera traduz-se num aumento instável e lento da insolação, sendo Março o único mês do ano em que não se verifica pelo menos 20% de dias com insolação $\geq 0,90$. O máximo de insolação na cidade de Lisboa ocorre no mês de Agosto, com uma probabilidade de 78% (pelo menos 23 dias) da razão de insolação ser superior a 0,80. Por sua vez, “o decréscimo da probabilidade de ocorrência de forte insolação no Outono é rápido e regular”, para razões entre 0,10-0,80. A ocorrência de diversos episódios anti-ciclónicos permite que nos meses de Novembro e Dezembro ocorram 25% de dias de céu limpo com insolação $\geq 0,90$ (Alcoforado, 1993:39).

Alcoforado (1993) conclui, com o seu estudo, que a nebulosidade é a principal responsável pelas variações da insolação. Desta forma, os valores expostos permitem inferir sobre os episódios de nevoeiro e nebulosidade, através de uma análise simétrica.

A par da insolação, considera-se importante analisar os padrões térmicos de Lisboa, com base em valores médios de temperaturas.

¹⁸ Razão de insolação: n/N , em que n representa o número de horas do fotoperíodo e N o número de horas de insolação (varia entre 0 e 1 – valores mais próximos de 1 correspondem a insolações maiores).

Os dias de Inverno registam amplitudes térmicas médias diurnas na ordem dos 5,5°C-6°C, sendo no mês de Janeiro que se verifica a ocorrência de valores mais baixos, tal como para a insolação, com temperaturas máximas de 13°C e mínimas de 8°C. Para este mês, ressalva-se, ainda, o facto da probabilidade das temperaturas mínimas ultrapassarem os 10°C ou serem inferiores a 4°C é de 15%, para ambos os registos (Alcoforado, 1993).

De acordo com a mesma autora, a chegada da Primavera incorre uma subida lenta das temperaturas, sendo uma progressão mais regular no caso das mínimas. O aumento da temperatura máxima dá-se a partir de Fevereiro, enquanto a mínima se mantém baixa até Março. O mês de Abril apresenta uma particularidade, influenciada pela insolação: o aumento da insolação média a partir de Março é notório, contudo a frequência de dias com céu encoberto é elevada, sendo responsável por temperaturas máximas baixas.

Até ao mês de Julho, verifica-se um aumento das temperaturas máximas em cerca de 2,8°C/mês e das mínimas em cerca de 2°C/mês. A temperatura máxima atinge os valores mais elevados no período de Julho-Agosto, começando a diminuir no início do mês de Setembro. Entre Junho e Setembro, há 5%-10% de probabilidade da temperatura máxima ser superior a 32°C, e 10%-20% de probabilidade de ser $\geq 30^\circ\text{C}$. No mês de Setembro, cerca de 20% dos dias são considerados frescos, com temperaturas abaixo dos 24°C (Alcoforado, 1993).

Por sua vez, Alcoforado (1993) refere que o arrefecimento outonal é mais rápido que o aquecimento primaveril, pois entre Setembro e Dezembro a temperatura máxima desce 14°C (cerca de 3,5°C/mês). As temperaturas mínimas descem lentamente até meados de Outubro, verificando-se, posteriormente, uma forte diminuição até Novembro. Este mês é marcado pelo “aumento da frequência de ocorrência de

temperaturas elevadas”, com probabilidades de 58% e 34% de se registarem, respectivamente, 18°C e 20°C no dia 11 – é o popular ‘Verão de S. Martinho’.

É importante referir que os padrões apresentados baseiam-se na análise das tendências médias dos respectivos parâmetros. Nos últimos anos têm-se observado, com maior frequência, episódios climáticos extremos que podem alterar as dinâmicas climatéricas da cidade em particular. Note-se, ainda, que, apesar da exposição dos parâmetros referidos ter sido feita de forma independente, a sua interação é evidente, influenciando-se mutuamente.

Como enunciado na presente secção, o clima é influenciado pela cidade e pelas pressões antropogénicas. Em seguida, evidenciam-se as principais alterações de alguns parâmetros climáticos, decorrentes da evolução da malha urbana de Lisboa.

Tabela 3.3 – Modificações de parâmetros climáticos consequentes da expansão urbana.

Modificações nos campos de vento	
<ul style="list-style-type: none"> ■ Aumento da rugosidade urbana conduz à diminuição da velocidade do vento junto ao solo (menos 26%-30% da velocidade média, sobretudo no Verão, com predominância dos ventos de norte) ■ Zona mais afectada é a Baixa Pombalina – diminuição da velocidade média do vento em cerca de 3 m/s ■ Em zonas de menor rugosidade (região ocidental da cidade), a diminuição da velocidade do vento é inferior – 2 m/s ■ A parte norte, menos urbanizada até aos anos 80, apresenta reduções de 0,5 m/s–1,2 m/s (valores pouco expressivos quando comparados com as influências da topografia) ➔ As diferenças observadas entre as diversas áreas da cidade traduzem a influência das variações na ocupação do solo ➔ Acima dos 150 m de altura o efeito urbano é pouco significativo – praticamente não ocorrem diferenças na velocidade do vento 	(Lopes, 2003)
Mudanças no comportamento térmico	
<ul style="list-style-type: none"> ■ A ICU de Lisboa sustenta a modificação dos padrões climáticos pelo sistema urbano ■ ICU atmosférica: geralmente de forma tentacular, apresenta o seu núcleo na Baixa Pombalina ou um pouco deslocado para norte, nas Avenidas Novas – as zonas mais frescas são o Monsanto e a periferia norte da cidade ■ ICU atmosférica: intensidade média entre 1°C-4°C, que pode ser bastante superior consoante as condicionantes que a influenciam; ocorre em 85% e 63% das noites entre Dezembro-Fevereiro e Junho-Agosto, respectivamente ■ ICU de superfície: no Outono e Inverno, cerca de 80% e 70% das noites, respectivamente, apresentam temperaturas superiores no centro da cidade (comparando com o Aeroporto); no Verão cerca de 40% das noites apresentam temperaturas superiores no centro de Lisboa 	(Lopes, 2003)
<ul style="list-style-type: none"> ■ ICU de superfície: imagens de satélite da onda de calor de 10 de Março de 2009, evidenciam um padrão para Lisboa que corrobora a existência da ICU – as temperaturas são superiores no centro da cidade, decrescendo nas zonas menos urbanizadas 	(Domingos, 2009a)

Como se pode verificar pelo exposto na Tabela 3.3, o desenvolvimento da malha urbana, nomeadamente da cidade de Lisboa, é responsável pela alteração do uso e ocupação do solo e pela consequente modificação das dinâmicas ecológicas do espaço urbano. Desta forma, afectam-se ecossistemas e os seus serviços, bem como o bem-estar e saúde das populações.

Alcoforado & Andrade (2007:100) consideram que “os espaços urbanos criam problemas ambientais particularmente graves, nos quais a componente climática assume grande relevância”. Na visão dos autores, é espectável que o clima urbano influencie a saúde, considerando uma perspectiva integrada e multifactorial.

O esquema apresentado na Figura 3.7 representa de forma sucinta a relação dos factores condicionantes do estado de saúde.

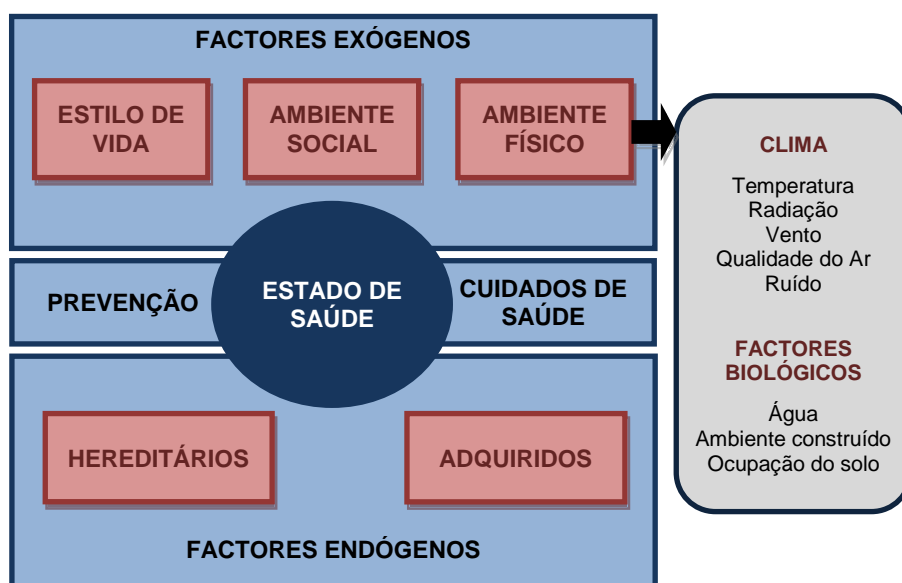


Figura 3.7 – O clima e os factores condicionantes do estado de saúde (adaptado de Hollander & Staatsen, 2003; Alcoforado & Andrade, 2007).

Segundo Alcoforado & Andrade (2007), as principais componentes climáticas com impactes significativos no espaço urbano são o ambiente térmico, a qualidade do ar, o ruído e os efeitos mecânicos do vento. As modificações que o espaço urbano inflige nas diferentes variáveis meteorológicas referidas tendem a agravar os efeitos

negativos das ondas de calor. Estes acontecimentos, ao nível das cidades, tomam proporções bastantes significativas, pois o efeito de ICU, como já referido, exacerba o aumento das temperaturas.

De acordo com Dessai (2002), as variáveis meteorológicas influenciam significativamente os processos físicos responsáveis pela regulação da homeostasia¹⁹ térmica da cidade. O autor refere diversos estudos, epidemiológicos e ecológicos, que corroboram a existência de uma relação entre o calor excessivo e situações de *stress* térmico, que se manifestam pelo aumento da morbilidade e mortalidade das populações.

Harlan *et al.* (2006) consideram que a exposição a temperaturas excessivamente elevadas constitui uma ameaça a nível global para a saúde e bem-estar das pessoas, principalmente para a população citadina. As ondas de calor, caracterizadas por períodos de temperaturas elevadas acima do padrão climático normal, têm ocorrido mais frequente e intensamente, sendo consideradas um problema ao nível da saúde pública.

De acordo com Kilbourne (citado por Dessai, 2002), a exposição prolongada a extremo calor induz a ocorrência de um maior número de doenças relacionadas com o calor, como as câibras, síncope, golpe de calor, exaustão de calor e insolações. A mortalidade afecta particularmente a população mais idosa, bem como os grupos socialmente desfavorecidos e, ainda, pessoas com doenças pré-existentes.

Em diversos países há registos de ocorrência de ondas de calor associadas a um aumento do número de óbitos.

¹⁹ Homeostasia – estado dinâmico de equilíbrio controlado por mecanismos de regulação interdependentes ([http://www.infopedia.pt/\\$homeostasia](http://www.infopedia.pt/$homeostasia)).

Em Julho de 1988, em Allegheny County – estado de Pensilvânia nos EUA, registam-se temperaturas máximas diárias de 32°C, durante 15 dias consecutivos. Verifica-se a ocorrência de mais 107 óbitos do que o esperado, atingindo indivíduos com mais de 65 anos, sendo que a maioria tinha idade superior a 75 anos (Ramlow & Kuller, 1988).

Em Inglaterra e País de Gales regista-se, em 5 dias de Julho e Agosto de 1995, um excesso de 619 óbitos, comparativamente à média móvel espectável. Este aumento esteve associado à onda de calor que se fez sentir no referido período, sendo que os óbitos afectaram todos os grupos etários, com especial incidência nas mulheres, e nas causas de morte por doenças do aparelho respiratório e doenças cerebrovasculares (Rooney, *et al.*, 1998).

Relativamente a Portugal, é documentada a ocorrência destes episódios de calor extremo, com um aumento da mortalidade associado. Em 1981, regista-se em todo o país um aumento de 1 900 óbitos. Um estudo de 1988, sugere uma relação muito provável entre a onda de calor de 1981 e o excesso de óbitos ocorrido no concelho de Lisboa (Garcia, *et al.* & Falcão, *et al.*, citados por Botelho, *et al.*, 2004).

Em 1991, uma nova onda de calor afecta o país, associando-se um excesso de mortalidade de 1 000 óbitos. Em 2003, o episódio repetiu-se mais intensamente, traduzido-se num excesso de mortalidade superior a 1 316 óbitos²⁰ (Nogueira, 2003; Paixão & Nogueira, 2003; Falcão, *et al.*, citados por Botelho, *et al.*, 2004).

A evidência das consequências deste fenómeno conduziu a OMS a considerar esta temática relevante “na agenda das actividades de luta contra os efeitos das grandes catástrofes naturais” (Botelho, *et al.*, 2004:9).

²⁰ Mortalidade ocorrida até 12 de Agosto; a onda de calor fez-se sentir até 13 de Agosto (Botelho, *et al.*, 2004).

Reconhecida a magnitude deste problema, também Portugal inicia, em 1999, o desenvolvimento de investigações conjuntas no ONSA do INSRJ e no IM. É criado o projecto Ícaro, que estuda o efeito dos factores climáticos na saúde humana e compreende actividades de investigação, vigilância e monitorização – com especial ênfase para os efeitos das ondas de calor na mortalidade e morbilidade da população. O “Sistema de Vigilância Ícaro” é accionado todos os anos sazonalmente, tendo por base o cálculo de um índice que resume a previsão das temperaturas máximas a três dias e a previsão eventual do excesso de óbitos associados. Desta forma, é transmitida diariamente à ANPC e ASN a informação referida, incluindo a recomendação de alerta de onda de calor, quando se justifica. A comunicação à população das situações de alerta e respectivas medidas de contingência fica a cargo da DGS e das ARS's – de acordo com o exposto no plano de contingência para o ano em curso (Botelho, *et al.*, 2004; Nogueira, 2010).

Os Planos de Contigência para Ondas de Calor são criados, em 2004, como instrumentos estratégicos, para um “reforço da intervenção dos Serviços de Saúde, em estreita articulação e coordenação com os diferentes sectores da Administração Pública Central e seus serviços desconcentrados, e com Administração Local” (Direcção Geral de Saúde, 2004:2).

Assim, define-se, através das medidas estipuladas nos Planos, uma intervenção concertada da sociedade civil, bem como uma cooperação interinstitucional – p.ex.: reforço dos sistemas de previsão e alerta, divulgação da informação à população, elaboração de planos locais específicos para as unidades de saúde. A preparação da comunidade e dos recursos específicos a accionar, visa evitar a exposição ao calor dos grupos vulneráveis, minimizando os efeitos destes episódios climáticos extremos (Direcção Geral de Saúde, 2004).

3.4. IMPORTÂNCIA ENERGÉTICA NA CIDADE: MATRIZ ENERGÉTICA

Com o passar dos anos, tem-se tornado evidente a intervenção das populações ao nível do espaço urbano e das mudanças que lhe conferem. O modo de vida dos cidadãos altera profundamente a dinâmica ecológica da cidade, através das alterações do balanço energético, do balanço hidrológico, da geomorfologia e do ciclo geoquímico (Monteiro, 1998).

Especificamente, a constante urbanização de novos espaços é responsável pelas “mudanças radicais na natureza da superfície e nas propriedades da atmosfera”, bem como pelas “condições de funcionamento de cada uma destas componentes do subsistema climático” (Monteiro, 1998:206).

O balanço energético, definido pela expressão indicada em seguida (Tabela 3.4), varia conforme o meio urbano em causa – a morfologia da cidade, a volumetria do espaço construído, os materiais de construção utilizados e o tipo de pavimento das ruas são factores responsáveis por estas diferenças.

Tabela 3.4 – Balanço energético para o meio urbano (de acordo com Douglas, citado por Monteiro, 1998).

$Q_s + Q_f + Q_i = Q_l + Q_g + Q_e$	<p>Q_s - Energia proveniente da radiação solar Q_f - Energia gerada pelas pessoas, animais e actividades económicas Q_i - Energia proveniente do interior da Terra Q_l - Perdas de energia por evaporação Q_g - Perdas de energia por condução (solo, edifícios, vias...) Q_e - Perdas de energia por irradiação</p>
-------------------------------------	--

De acordo com Monteiro (1998:206-207), “a dimensão da cidade, em termos de população, o tipo de tecido industrial e a fluidez de circulação do tráfego interferem, também, no resultado final desta equação”. A concentração de um elevado número de pessoas nas cidades, a geometria complexa dos espaços urbanizados, a impermeabilização do solo, o tipo de materiais de construção utilizados e a

(des)orientação dos edifícios afectam o fluxo de circulação da energia artificial nas cidades.

Analisando o comportamento das variáveis que compõem a expressão do balanço energético, é possível compreender melhor a sua interacção com o meio urbano. Nas áreas urbanizadas, tendencialmente mais poluídas e com maior concentração de partículas na atmosfera, a energia que atinge a superfície e que é absorvida (Q_s) é consideravelmente inferior, quando comparada com áreas rurais. Nas cidades verifica-se uma menor disponibilidade de água à superfície, pelo que, consequentemente, as perdas por evaporação (Q_l) também são inferiores. A proporção de Q_f em relação à energia da radiação solar, determina a ordem de grandeza do *excesso de energia* que fica disponível para condução (Q_g) ou irradiação (Q_e). Tendo em conta que o espaço construído apresenta uma grande capacidade de armazenamento energético, com a condicionante de que as perdas por evaporação não estão facilitadas, o balanço final entre as perdas e os ganhos de calor nas cidades não é nulo (Monteiro, 1998).

Desta forma, a autora afirma que estão criadas as condições para que se forme a ilha de calor urbana, pois, ao mesmo tempo que se “bloqueiam” as vias de saída da energia, potencia-se a diversidade de vias de entrada.

Também Lopes (2003) define uma metodologia para determinar o balanço energético e o fluxo de calor armazenado em Lisboa, com base nas temperaturas de superfície, no albedo e no índice de vegetação²¹. Na imagem resultante deste cruzamento de informação (Figura 3.8), podem observar-se as diferenças no *comportamento* energético da cidade.

²¹ Para informação detalhada sobre a metodologia seguida pelo autor, recomenda-se a consulta da sua tese de doutoramento Lopes, A. 2003: “Modificações no Clima de Lisboa como Consequência do Crescimento Urbano - Vento, Ilha de Calor de Superfície e Balanço Energético”.

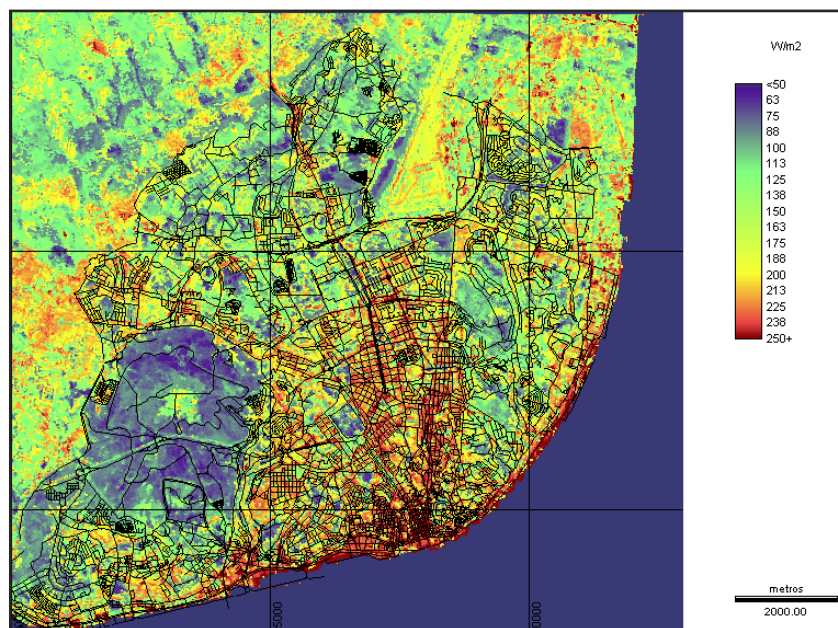


Figura 3.8 – Calor Armazenado em Lisboa (Lopes, 2003).

As zonas de Lisboa que armazenam mais calor são a Baixa e a linha de rio (230 W/m^2). Os valores mantêm-se elevados ao longo dos principais eixos de desenvolvimento, diminuindo conforme se avança em direcção à periferia – Campo Grande, 160 W/m^2 ; Lumiar, 138 W/m^2 ; Belém, 110 W/m^2 .

Desta forma, torna-se evidente a influência do espaço urbano no balanço energético da cidade – as zonas menos densamente urbanizadas apresentam menor retenção de energia, assim como a zona florestal do Monsanto; este facto é completamente contrastante com as zonas da cidade mais densamente povoadas.

Assim, importa perceber quais os principais *inputs* energéticos da cidade que mais influenciam esta dinâmica. Como já foi referido, e de acordo com Domingos (2009a,b), as temperaturas mais elevadas que se fazem sentir nas cidades acarretam um maior consumo de energia para climatização dos espaços que, por sua vez, num movimento recíproco, contribuem para o aumento da temperatura exterior.

Neste sentido, a Agência Municipal de Energia e Ambiente de Lisboa desenvolveu um projecto que tem como objectivos conhecer os consumos energéticos desagregados da cidade e, a partir deles, definir áreas de actuação e intervenção primárias com vista à aplicação de medidas estratégico-económicas. Na presente secção apenas se fará referência ao padrão de consumos energéticos, com vista a uma caracterização dos mesmos para a cidade de Lisboa.

Os *inputs* do sistema electro-produtor português referentes ao ano de 2001 contabilizam 8 475 GWh de energia primária²² proveniente de fontes renováveis e 72 495 GWh de fontes convencionais (não renováveis), perfazendo um total de 80 970 GWh. Relativamente às fontes de energia de proveniência renovável, a fatia maior corresponde à energia hídrica, com cerca de 90%, seguindo-se a energia eólica com 4%; a energia proveniente dos combustíveis fósseis conta com a contribuição de cerca de 35% proveniente do fuelóleo, 30% do carvão e 25% do gás natural (Sá, *et al.*, 2005).

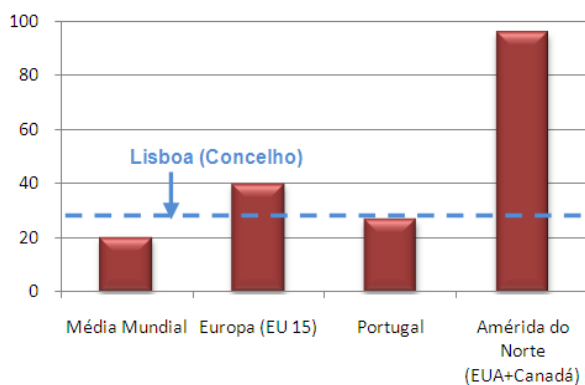


Figura 3.9 – Consumo anual de energia primária *per capita* (Sá, *et al.*, 2005)

O Concelho de Lisboa apresenta um consumo total de energia primária que corresponde a cerca de 6% do total nacional e 32% do total para o distrito de Lisboa – totaliza cerca de 14 785 kWh (Sá, *et al.*, 2005).

O enquadramento dos consumos *per capita* pode ser visualizado no gráfico da Figura 3.9. O consumo anual *per capita* para o Concelho de Lisboa é superior à média de Portugal Continental – estes resultados expressam os fluxos laborais da

²² A análise dos consumos é efectuada em termos de energia primária, pois só assim é possível identificar claramente os sectores responsáveis pelos impactes ambientais e económicos associados ao consumo energético (Sá, *et al.*, 2005).

população lisboeta, isto é, o número de habitantes de Lisboa é muito inferior ao número de pessoas que efectivamente passam o dia na cidade, mascarando assim os resultados (Sá, *et al.*, 2005).

A desagregação dos consumos energéticos para o Concelho de Lisboa evidencia que a principal fatia corresponde à energia eléctrica, contabilizando 41% dos consumos (Figura 3.10). O gráfico referente à tipologia de utilização (Figura 3.11) permite concluir que os edifícios são responsáveis por metade do consumo de energia primária do Concelho, sendo que 34% deste consumo corresponde a edifícios de serviços e os restantes 16% a edifícios residenciais.

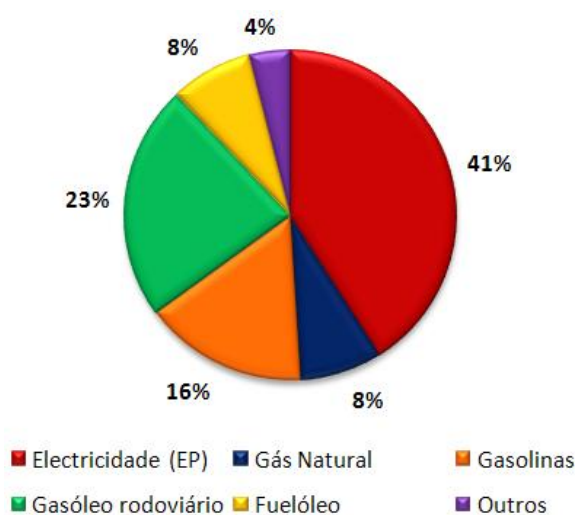


Figura 3.10 – Desagregação do consumo de energia primária por formas de energia – Concelho de Lisboa (Sá, *et al.*, 2005).

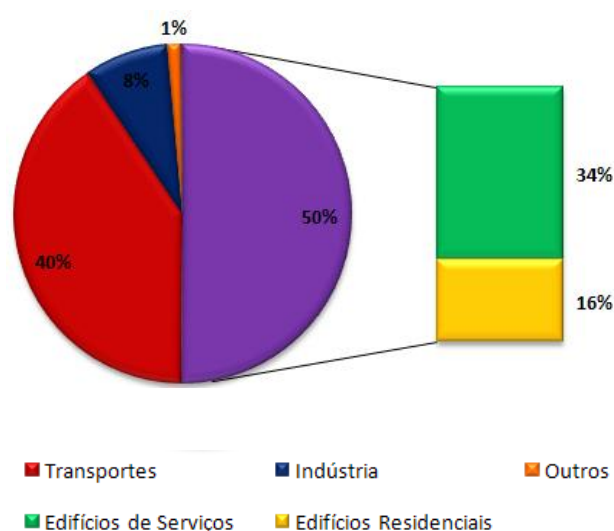


Figura 3.11 – Desagregação do consumo de energia primária por tipologia de utilização – Concelho de Lisboa (Sá, *et al.*, 2005).

Um dado importante de referenciar prende-se com as emissões de CO₂ – os edifícios emitem 58% do total de emissões do Concelho de Lisboa (Sá, *et al.*, 2005).

Relativamente aos consumos dos edifícios, pode observar-se a sua desagregação nos gráficos das Figuras 3.12 e 3.13.

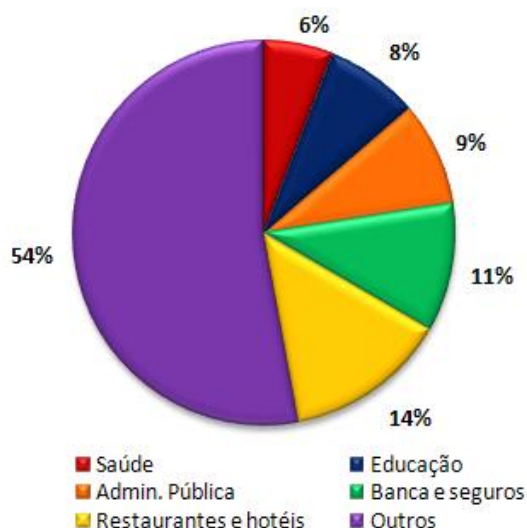


Figura 3.12 – Desagregação do consumo de energia primária correspondente aos edifícios de serviços – Concelho de Lisboa (Sá, *et al.*, 2005).

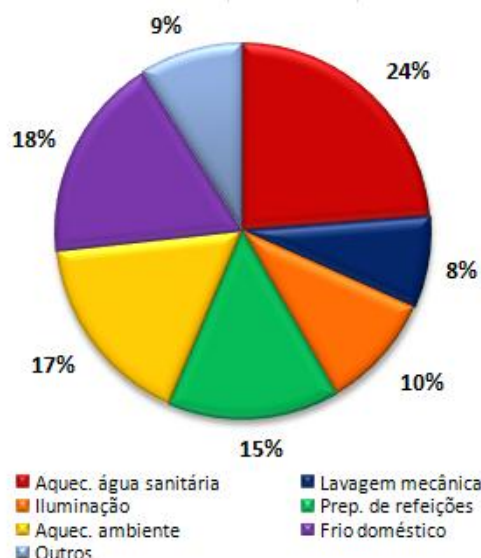


Figura 3.13 – Desagregação do consumo de energia primária correspondente aos edifícios residenciais – Concelho de Lisboa (Sá, *et al.*, 2005).

Como se pode verificar pelo gráfico referente aos edifícios de serviços, 46% do consumo de energia primária encontra-se repartida pelo sector hoteleiro e pelos edifícios da administração pública, educação, saúde e banca e seguros. A elevada percentagem correspondente aos outros edifícios de serviços (54%) justifica-se pela menor desagregação, ou seja, há uma maior diversidade de tipos de edifícios nesta categoria (equipamentos sociais, actividades de rádio e televisão, actividades desportivas e recreativas, entre outros) (Sá, *et al.*, 2005).

Em relação aos edifícios residenciais, um quarto da energia primária é consumida para aquecimento de águas sanitárias. As restantes utilizações que se apresentam como mais expressivas correspondem aos gastos com o frio doméstico, o aquecimento ambiente e a preparação de refeições – totalizando 50%.

Com o exposto nesta secção, é claramente emergente a necessidade de considerar o balanço energético da cidade, e as suas alterações pelo próprio espaço urbano, em políticas transversais de desenvolvimento estratégico – por exemplo, saúde, planeamento e ordenamento do território e estratégia energética.

4. ESTUDO EMPÍRICO – ILHA DE CALOR DE LISBOA

4.1. ÁREA DE ESTUDO E METODOLOGIA APLICADA

Lisboa é a maior cidade e a capital de Portugal. O concelho de Lisboa tem uma área de 84 km² e uma população residente de 564 684 habitantes, de acordo com os Censos de 2001. A sua área metropolitana abrange uma extensão de 2 750 km², contabilizando uma população flutuante de 2,8 milhões de pessoas, que diariamente se desloca à cidade – concentra 27% da população do país. Localizado na margem direita do Rio Tejo, o concelho de Lisboa é limitado pelos municípios de Odivelas e Loures a norte, Oeiras a oeste, Amadora a noroeste e pelo estuário do Tejo a sudeste (Câmara Municipal de Lisboa, 2010c). Na Figura 4.1 apresenta-se a sua localização exacta.

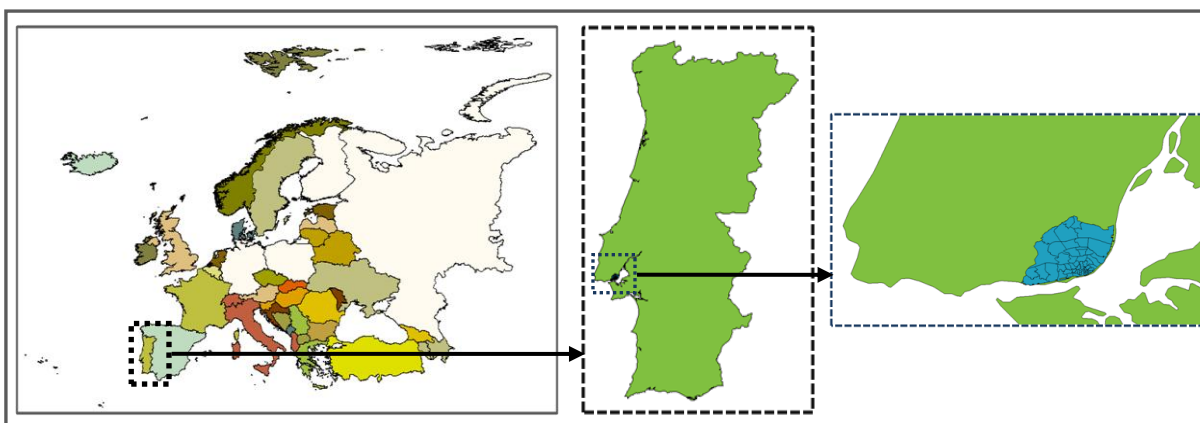


Figura 4.1 – Identificação e localização do concelho de Lisboa.

A área geográfica alvo do presente estudo corresponde ao concelho de Lisboa, constituído por 53 freguesias – representadas na Figura 4.1 (área a azul).

Nas Tabelas seguintes apresenta-se uma caracterização sintetizada de cada freguesia. Na Tabela 4.1 é feita a caracterização demográfica, de acordo com as faixas etárias e sexo da população, sendo possível conhecer a estrutura etária da cidade.

Tabela 4.1 – Caracterização demográfica do concelho de Lisboa, por freguesias.

Freguesia	População residente	Total		0-4 anos	5-9 anos	10-13 anos	14-19 anos	20-24 anos	25-64 anos	+65 anos
Ajuda	17 958	Homens	8 284	328	324	294	544	670	4 286	1 838
		Mulheres	9 674	296	292	300	512	693	4 837	2 744
Alcântara	14 443	Homens	6 489	221	220	174	395	501	3 433	1 545
		Mulheres	7 954	211	197	167	375	491	3 870	2 643
Alto do Pina	10 253	Homens	4 647	175	222	190	362	380	2 492	826
		Mulheres	5 606	209	196	165	366	344	2 844	1 482
Alvalade	9 620	Homens	4 021	142	149	116	243	262	1 889	1 220
		Mulheres	5 599	118	130	133	241	361	2 443	2 173
Ameixoeira	9 671	Homens	4 631	243	226	220	369	462	2 636	475
		Mulheres	5 040	230	198	167	373	433	2 874	765
Anjos	9 738	Homens	4 326	182	151	126	212	341	2 354	960
		Mulheres	5 412	160	156	124	229	331	2 563	1 849
Beato	14 241	Homens	6 620	217	247	222	420	565	3 679	1 270
		Mulheres	7 621	226	240	222	384	509	4 012	2 028
Benfica	41 368	Homens	19 115	764	651	619	1124	1620	10 782	3 555
		Mulheres	22 253	701	675	629	1099	1652	12 302	5 195
Campo Grande	11 148	Homens	4 943	200	205	179	361	455	2 421	1 122
		Mulheres	6 205	173	185	187	313	447	2 837	2 063
Campolide	15 927	Homens	7 647	326	293	217	481	659	4 256	1 414
		Mulheres	8 280	298	276	206	443	543	4 114	2 400
Carnide	18 989	Homens	9 014	551	511	472	867	793	4 837	983
		Mulheres	9 975	510	519	489	847	791	5 243	1 576
Castelo	587	Homens	255	9	10	9	17	15	137	58
		Mulheres	332	8	11	8	17	15	151	122
Charneca	10 509	Homens	5 121	366	344	304	539	471	2 571	526
		Mulheres	5 388	328	350	316	511	442	2 647	794
Coração de Jesus	4 319	Homens	1 881	71	62	45	84	163	1 047	409
		Mulheres	2 438	61	57	42	112	178	1 210	778
Encarnação	3 182	Homens	1 462	54	48	38	79	135	802	306
		Mulheres	1 720	43	43	61	105	101	824	543
Graça	6 960	Homens	3 152	100	94	83	192	241	1 733	709
		Mulheres	3 808	100	95	75	155	210	1 820	1 353
Lapa	8 670	Homens	3 678	168	172	142	237	254	1 870	835
		Mulheres	4 992	155	163	139	254	291	2 403	1 587
Lumiar	37 693	Homens	17 657	1 055	1 027	821	1 375	1 454	10 026	1 899
		Mulheres	20 036	1 033	957	795	1 343	1 673	11 381	2 854
Madalena	380	Homens	183	2	4	2	11	18	107	39
		Mulheres	197	3	4	9	10	18	89	64
Mártires	341	Homens	161	7	3	9	12	12	94	24
		Mulheres	180	6	3	3	8	18	86	56
Marvila	38 767	Homens	18 669	879	964	888	1 844	1 782	10 231	2 081
		Mulheres	20 098	887	971	893	1 759	1 627	10 730	3 231
Mercês	5 093	Homens	2 229	84	105	83	115	152	1 226	464
		Mulheres	2 864	98	77	71	124	183	1 390	921
Nª Srª Fátima	15 291	Homens	6 551	254	262	214	419	478	3 478	1 446
		Mulheres	8 740	283	246	175	486	657	4 180	2 713
Pena	6 068	Homens	2 862	107	85	75	133	232	1 666	564
		Mulheres	3 206	85	93	73	122	215	1 521	1 097
Penha de França	13 722	Homens	6 054	181	211	168	333	473	3 251	1 437
		Mulheres	7 668	208	203	172	335	481	3 635	2 634
Prazeres	8 492	Homens	3 924	168	159	134	247	271	2 154	791
		Mulheres	4 568	151	158	108	233	252	2 370	1 296
Sacramento	880	Homens	405	14	9	11	22	37	245	67
		Mulheres	475	20	19	7	12	40	229	148
Santa Catarina	4 081	Homens	1 838	80	72	56	106	150	990	384
		Mulheres	2 243	47	50	66	109	154	1 040	777

Freguesia	População residente	Total		0-4 anos	5-9 anos	10-13 anos	14-19 anos	20-24 anos	25-64 anos	+65 anos
Santa Engrácia	5 860	Homens	2 677	93	79	79	143	189	1 474	620
		Mulheres	3 183	92	69	56	164	204	1 612	986
Santa Isabel	7 270	Homens	3 101	119	128	102	182	229	1 654	687
		Mulheres	4 169	136	115	100	215	253	1 981	1 369
Santa Justa	700	Homens	329	6	7	15	15	28	180	78
		Mulheres	371	3	8	5	25	23	158	149
Santa Mª de Belém	9 756	Homens	4 428	172	191	205	332	334	2 188	1 006
		Mulheres	5 328	154	169	157	260	301	2 493	1 794
Santa Mª dos Olivais	46 410	Homens	22 013	902	897	790	1 471	1 571	11 605	4 777
		Mulheres	24 397	831	885	733	1 360	1 459	12 662	6 467
Santiago	857	Homens	372	6	12	19	31	22	204	78
		Mulheres	485	7	6	15	18	29	217	193
Santo Condestável	17 553	Homens	7 685	294	284	296	449	562	4 017	1 783
		Mulheres	9 868	315	313	233	498	584	4 731	3 194
Santo Estêvão	2 047	Homens	908	21	30	35	64	76	465	217
		Mulheres	1 139	37	32	24	54	56	527	409
Santos-o-Velho	4 013	Homens	1 789	78	66	65	119	128	964	369
		Mulheres	2 224	62	77	64	103	126	1 032	760
S.Cristóvão/ S.Lourenço	1 612	Homens	745	27	21	23	50	64	418	142
		Mulheres	867	19	17	16	43	55	414	303
S.Domingos de Benfica	33 678	Homens	15 361	628	626	516	964	1 375	8 543	2 709
		Mulheres	18 317	593	586	499	944	1 360	10 031	4 304
S.Francisco Xavier	8 101	Homens	3 729	188	183	157	220	265	2 041	675
		Mulheres	4 372	183	172	169	243	274	2 425	906
S.João	17 073	Homens	7 774	263	294	275	497	582	4 199	1 664
		Mulheres	9 299	278	261	238	473	618	4 529	2 902
S.João de Brito	13 449	Homens	5 905	209	211	183	320	407	2 914	1 661
		Mulheres	7 544	187	176	139	307	422	3 475	2 838
S.João de Deus	10 782	Homens	4 558	191	170	161	277	351	2 198	1 210
		Mulheres	6 224	159	159	135	256	334	2 819	2 362
S.Jorge de Arroios	17 404	Homens	7 573	222	260	182	415	662	4 033	1 799
		Mulheres	9 831	241	249	189	436	652	4 641	3 423
S.José	3 278	Homens	1 499	59	47	37	80	123	825	328
		Mulheres	1 779	43	48	47	58	132	805	646
S.Mamede	6 004	Homens	2 572	115	100	98	164	190	1 353	507
		Mulheres	3 477	104	107	82	138	220	1 656	1 170
S.Miguel	1 777	Homens	819	42	40	41	60	60	410	166
		Mulheres	958	35	29	20	71	52	454	297
S.Nicolau	1 175	Homens	529	14	13	11	23	39	311	118
		Mulheres	646	13	14	11	25	40	279	264
S.Paulo	3 521	Homens	1 652	58	75	63	109	118	926	303
		Mulheres	1 869	37	58	55	99	134	918	568
S.Sebastião da Pedreira	5 871	Homens	2 558	115	112	70	144	221	1 310	586
		Mulheres	3 313	83	92	75	138	177	1 616	1 132
S.Vicente de Fora	4 267	Homens	1 905	52	78	59	106	149	1 027	434
		Mulheres	2 362	75	56	61	103	134	1 154	779
Sé	1 160	Homens	507	17	15	9	27	36	284	119
		Mulheres	653	12	14	14	33	49	305	226
Socorro	2 675	Homens	1 225	48	47	34	82	97	685	232
		Mulheres	1 450	53	43	39	65	91	697	642

Os dados apresentados fazem parte dos Indicadores de Enquadramento, disponíveis na CML – <http://ulisses.cm-lisboa.pt/data/002/0001/>.

Na Tabela 4.2 é apresentada a caracterização do tecido edificado da cidade, de acordo com a tipologia e idade dos edifícios construídos.

Tabela 4.2 – Caracterização do tecido edificado do concelho de Lisboa, por freguesias.

Freguesia	Edifícios construídos			Edifícios Clássicos						
	Total	Clássicos ⁽¹⁾	Não clássicos ⁽²⁾	>1945	1946-1960	1961-1990	1991-2001	1-2 pisos	3-4 pisos	5 ou + pisos
Ajuda	3 234	3 090	144	1 644	694	644	108	2 388	454	248
Alcântara	1 608	1 575	33	750	332	426	67	709	556	310
Alto do Pina	589	571	18	268	131	113	59	81	263	227
Alvalade	633	633	0	39	437	153	4	114	125	394
Ameixoeira	997	987	10	81	35	777	94	743	100	144
Anjos	1 004	1 000	4	650	200	112	38	204	358	438
Beato	1 965	1 867	98	1 114	232	485	36	1 202	486	179
Benfica	2 843	2 826	17	79	921	1 550	276	1 503	273	1 050
Campo Grande	636	627	9	120	357	96	54	61	376	190
Campolide	2 446	2 276	170	975	579	640	82	1 567	440	269
Carnide	1 910	1 843	67	361	378	918	186	1 390	112	341
Castelo	114	113	1	63	0	4	46	53	52	8
Charneca	1 561	876	685	303	150	350	73	700	79	97
Coração de Jesus	539	532	7	322	108	90	12	121	140	271
Encarnação	465	464	1	416	3	14	31	90	218	156
Graça	704	704	0	465	126	100	13	190	347	167
Lapa	1 014	1 008	6	537	209	220	42	255	446	307
Lumiar	2 246	2 088	158	166	161	1 344	417	1 050	306	732
Madalena	77	74	3	62	0	4	8	5	37	32
Mártires	60	60	0	45	0	2	13	4	26	30
Marvila	2 134	1 753	381	423	197	917	216	1 001	162	590
Mercês	885	884	1	476	95	126	187	356	399	129
Nª Srª Fátima	1 279	1 184	95	477	294	319	94	144	379	661
Pena	802	797	5	639	73	50	35	268	362	167
Penha de França	1 420	1 321	99	768	351	151	51	464	513	344
Prazeres	1 113	1 087	26	779	67	147	94	441	464	182
Sacramento	130	130	0	47	12	24	47	10	38	82
Santa Catarina	652	652	0	476	51	37	88	106	372	174
Santa Engrácia	699	657	42	401	100	104	52	458	185	14
Santa Isabel	841	833	8	488	132	153	60	357	307	169
Santa Justa	149	148	1	95	39	6	8	50	58	40
Santa Mª de Belém	1 945	1 901	44	710	822	243	126	1 611	256	34
Santa Mª dos Olivais	3 085	3 055	30	487	862	1430	276	1 543	745	767
Santiago	168	168	0	160	0	7	1	80	62	26
Santo Condestável	2 641	2 554	87	1 841	281	387	45	2 087	449	18
Santo Estêvão	358	358	0	329	17	10	2	55	210	93
Santos-o-Velho	695	695	0	508	99	66	22	152	394	149
S.Cristóvão/S.Lourenço	209	209	0	144	1	59	5	28	101	80
S.Domingos de Benfica	1 804	1 657	147	407	380	731	139	419	362	876
S.Francisco Xavier	1 038	1 032	6	65	356	570	41	447	416	169
S.João	1 761	1 453	308	658	315	427	53	596	515	342
S.João de Brito	1 268	1 247	21	91	755	368	33	363	598	286
S.João de Deus	8 20	819	1	215	496	98	10	163	191	465
S.Jorge de Arroios	1 578	1 568	10	801	324	337	106	199	457	912
S.José	543	529	14	401	59	56	13	128	280	121
S.Mamede	583	581	2	437	69	58	17	89	257	235
S.Miguel	303	0	303	267	2	23	11	76	162	65
S.Nicolau	244	242	2	144	37	57	4	8	38	196
S.Paulo	478	474	4	345	44	26	59	71	182	221
S.Sebastião da Pedreira	542	532	10	223	188	99	22	47	109	376
S.Vicente de Fora	586	572	14	266	129	83	94	207	274	91
Sé	192	190	2	101	10	15	64	67	61	62
Socorro	588	588	0	260	39	172	117	314	222	52

⁽¹⁾ Edifício com estrutura e materiais de carácter não precário; construção de duração esperada de pelo menos 10 anos (INE).

⁽²⁾ Estrutura móvel, improvisada, construída para habitação - barraca, alojamento móvel e casa rudimentar de madeira (INE).

Dados referentes aos Indicadores de Enquadramento, da CML – <http://ulisses.cm-lisboa.pt/data/002/0001/>.

A metodologia seguida para elaboração deste estudo baseia-se em duas tipologias de investigação distintas: i) primeiramente efectuou-se uma análise exploratória da informação disponível, que compreendeu a determinação de erros associados aos dados e testes estatísticos diversos; e ii) seguidamente foi analisada e explicada a correlação das variáveis.

A metodologia referente à análise exploratória das variáveis encontra-se sintetizada nos fluxogramas seguintes, tendo-se optado por separar os esquemas de acordo com a origem e tipo de informação tratada, facilitando assim a sua compreensão.

Dados demográficos – Efectivos populacionais

A informação sobre a população residente nas freguesias do concelho foi utilizada para efectuar a caracterização demográfica da cidade. Desta forma, os dados foram utilizados em bruto, com a discriminação por faixas etárias e sexos, servindo de base à construção de gráficos que auxiliaram a compreensão dos padrões etários das freguesias. Foi realizada uma análise *cluster* que permitiu agrupar as freguesias homogéneas em termos da pirâmide etária. O fluxograma encontra-se na Figura 4.2.

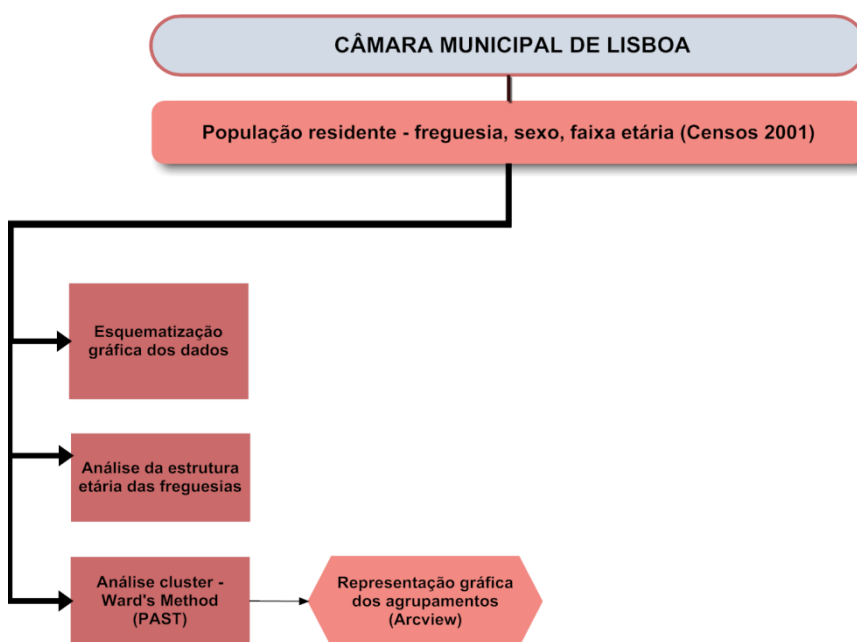


Figura 4.2 – Fluxograma da metodologia de análise dos dados demográficos.

Dados meteorológicos – Temperaturas

Na Figura 4.3 encontra-se o fluxograma referente ao tratamento da informação meteorológica.

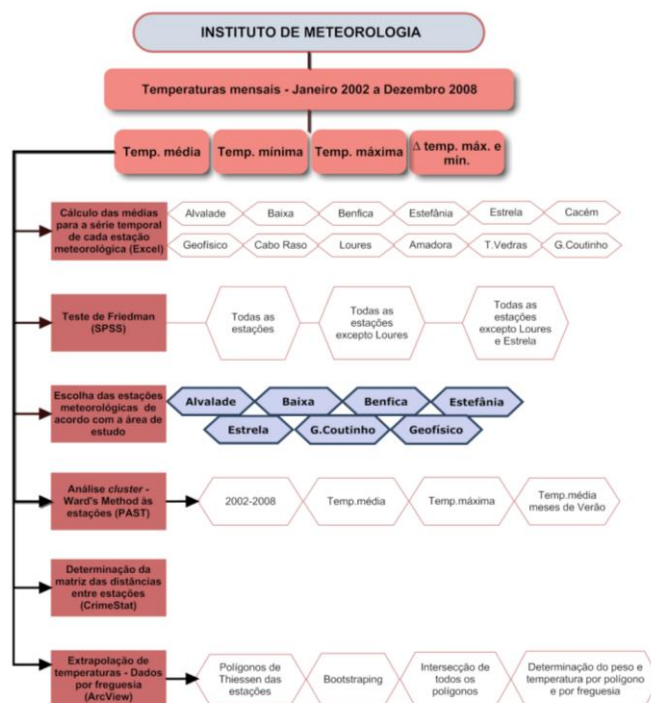


Figura 4.3 – Fluxograma da metodologia de análise dos dados meteorológicos.

Inicialmente, os dados meteorológicos foram submetidos ao teste estatístico de Friedman, com o objectivo de verificar a relação das estações meteorológicas entre si – foram testadas todas as séries de temperaturas (máximas, mínimas, médias e diferencial máximas-mínimas), com os agrupamentos de estações indicados no esquema. Pretendeu-se avaliar a sensibilidade dos dados face à presença/ausência da série temporal da estação de Loures – por apresentar informação apenas para o período 2005-2008 – e da série temporal da estação da Estrela – cujo registo de dados foi interrompido no ano 2005. Foi, ainda, efectuada uma análise *cluster* e a determinação da matriz das distâncias geográficas entre as estações.

A extrapolção das temperaturas para as freguesias foi efectuada através de polígonos de Thiessen, contemplando a técnica de *bootstrapping* – geração de polígonos retirando uma estação meteorológica de cada vez – com vista à redução

do erro associado, pois o número de pontos com dados disponível é reduzido. Os polígonos resultantes foram unidos numa *shape file* que, posteriormente, foi cruzada com uma *shape file* dos limites das freguesias para que se extraísse a informação de cada polígono por freguesia. A temperatura por freguesia é determinada com base no peso relativo de cada estação meteorológica conforme a sua influência em cada polígono de Thiessen gerado.

As temperaturas por freguesias foram alvo de determinação de médias²³ para a série temporal: i) médias de Verão e Inverno²⁴; ii) médias dos anos quentes²⁵; iii) médias mensais; e iv) médias do período Julho-Setembro 2003 (onda de calor).

Dados de morbilidade – Internamentos

A Figura 4.4 refere-se à metodologia aplicada aos dados de morbilidade hospitalar.

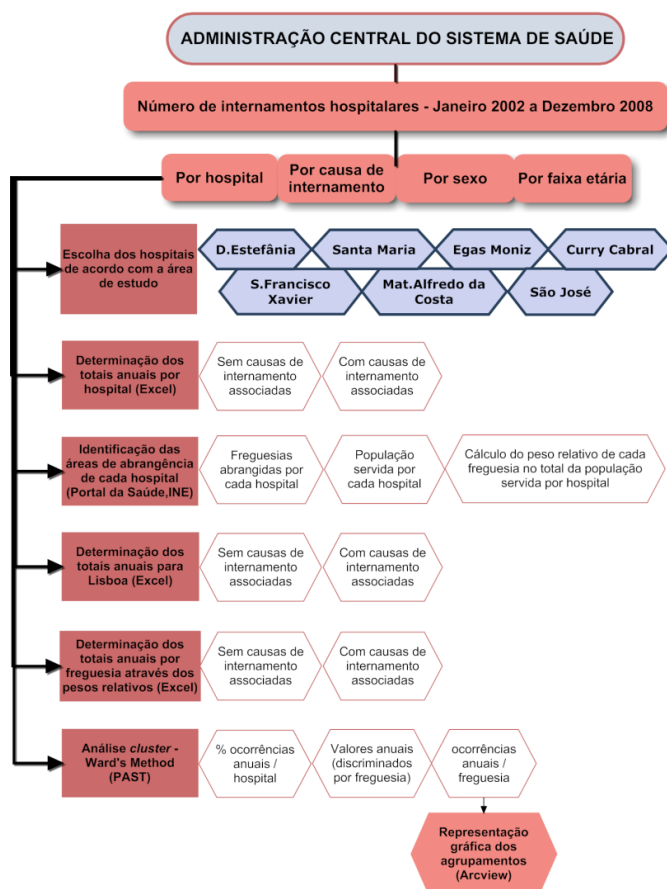


Figura 4.4 – Fluxograma da metodologia de análise dos dados de morbilidade.

²³ Médias de temperaturas mínimas, médias e máximas

²⁴ Verão – Abril, Maio, Junho, Julho, Agosto e Setembro; Inverno – Outubro, Novembro, Dezembro, Janeiro, Fevereiro, Março.

²⁵ Anos para os quais as médias foram superiores: 2003, 2005 e 2007

Os dados de morbilidade foram submetidos a uma análise *cluster* com o objectivo de conhecer como se relacionam os hospitais, de acordo com os internamentos registados – foram testadas as combinações referidas no fluxograma. A informação foi desagregada por freguesias, tendo-se efectuado, novamente, a mesma análise estatística.

Dados de mortalidade – Óbitos

Na Figura 4.5 encontra-se o fluxograma referente aos dados de mortalidade.

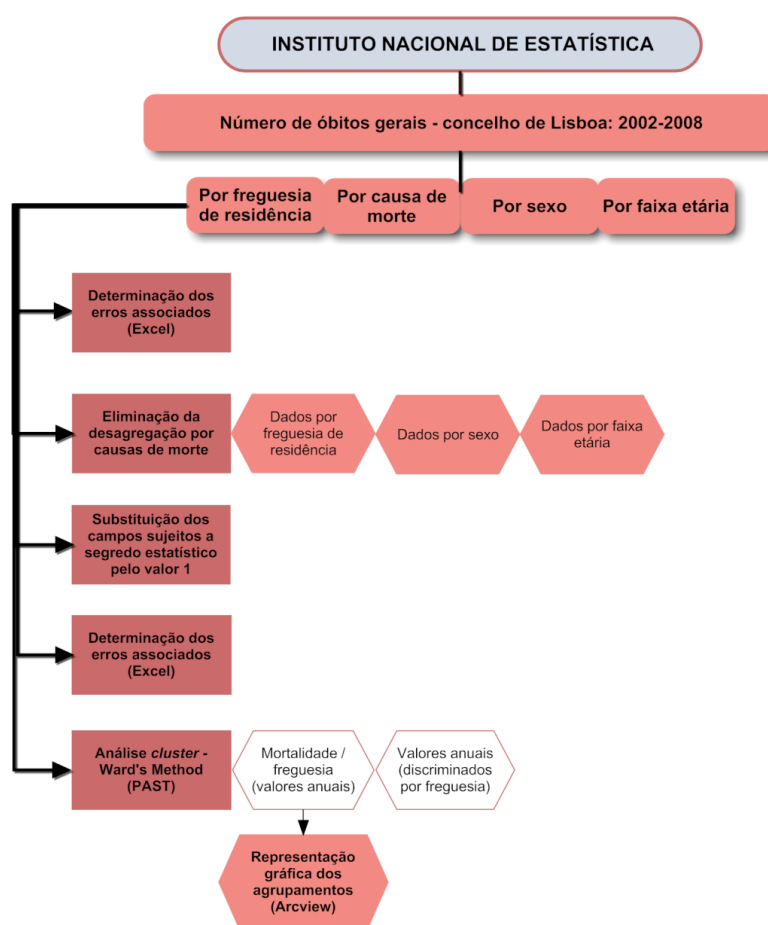


Figura 4.5 – Fluxograma da metodologia de análise dos dados de mortalidade.

Inicialmente, a informação foi alvo da determinação dos erros associados, através da comparação dos totais de cada freguesia com os respectivos valores discriminados por causas de morte e respectivas faixas etárias. Este nível de desagregação de informação é alvo de segredo estatístico, e os erros associados são bastante elevados, optando-se, assim, por trabalhar a informação discriminada

apenas por sexo e faixas etárias, eliminando as causas de morte. Desta forma, foi realizada uma análise *cluster* para determinar a relação das freguesias entre si, de acordo com a mortalidade.

Dados geográficos – Sistemas de informação geográfica

Os fluxogramas que se apresentam nas Figuras seguintes dizem respeito ao tratamento da informação SIG – que foi obtida junto de diversas entidades.

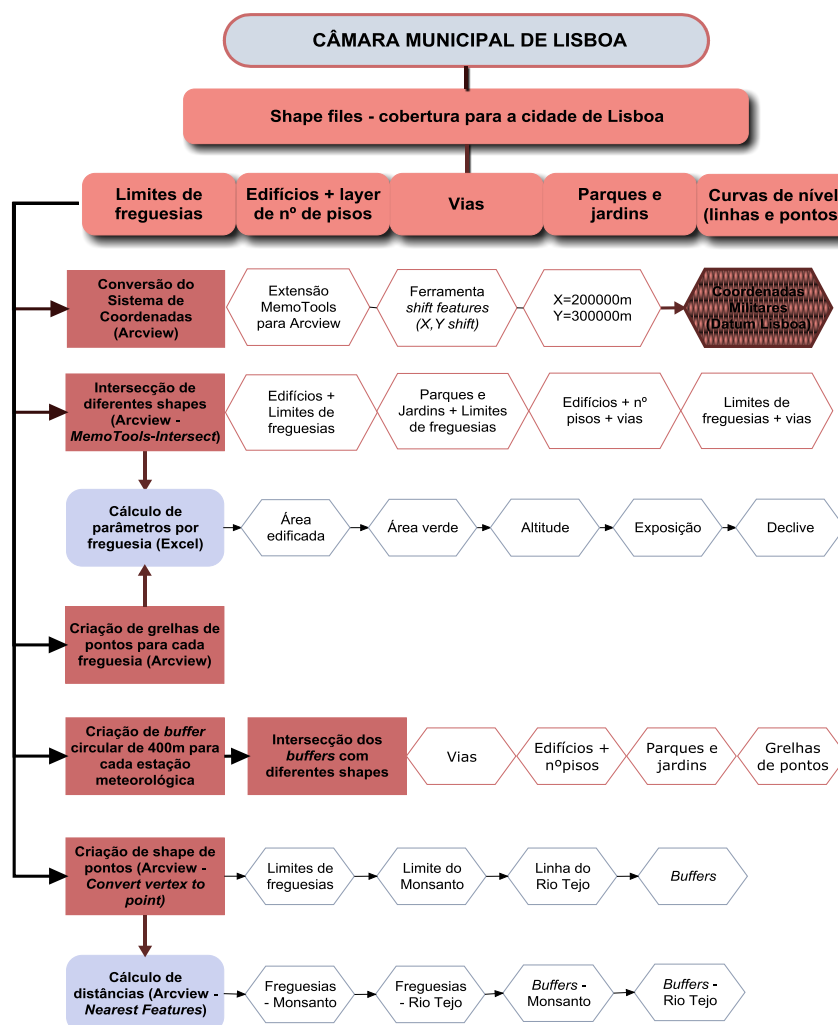


Figura 4.6 – Fluxograma da metodologia de análise da informação SIG para a cidade de Lisboa.

As diferentes *shape files* foram submetidas a *cruzamentos* entre si, permitindo uma análise sintetizada da informação. Fundamentalmente, a informação disponibilizada foi *extraída* por freguesia, com vista à caracterização detalhada das 53 freguesias do

município. O mesmo procedimento foi seguido para as estações meteorológicas e os *buffers* criados na área circundante.

Dados geográficos – Fluxo de calor armazenado

Na Figura 4.7 apresenta-se a metodologia de tratamento da informação do fluxo de calor armazenado na cidade.

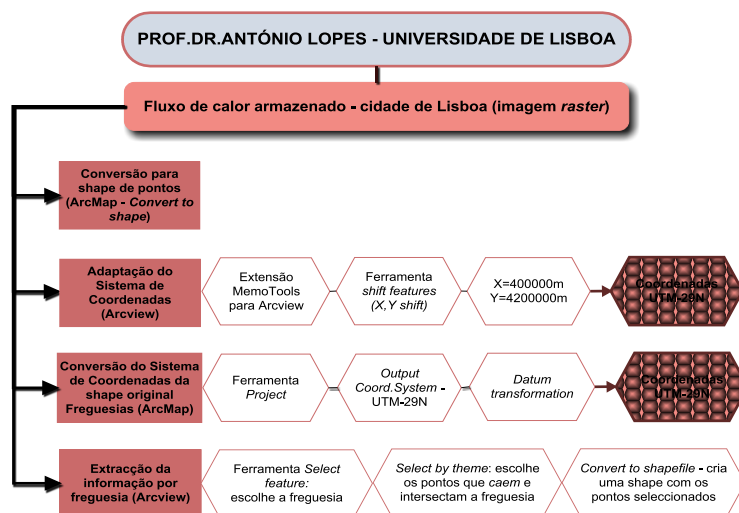


Figura 4.7 – Fluxograma da metodologia de análise da informação SIG do fluxo de calor armazenado. A informação obtida em formato *raster* foi convertida para uma *shape file* de pontos, para que pudesse ser *cruzada* com o ficheiro dos limites de freguesias. Após a conversão dos ficheiros mencionados para o mesmo sistema de coordenadas, foi extraída a informação por freguesia para completar a caracterização referida anteriormente.

Dados geográficos – Grau de impermeabilização

A Figura 4.8 refere-se ao grau de impermeabilização dos solos na Europa²⁶.

²⁶ <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/eea-fast-track-service-precursor-on-land-monitoring-degree-of-soil-sealing-100m-1>

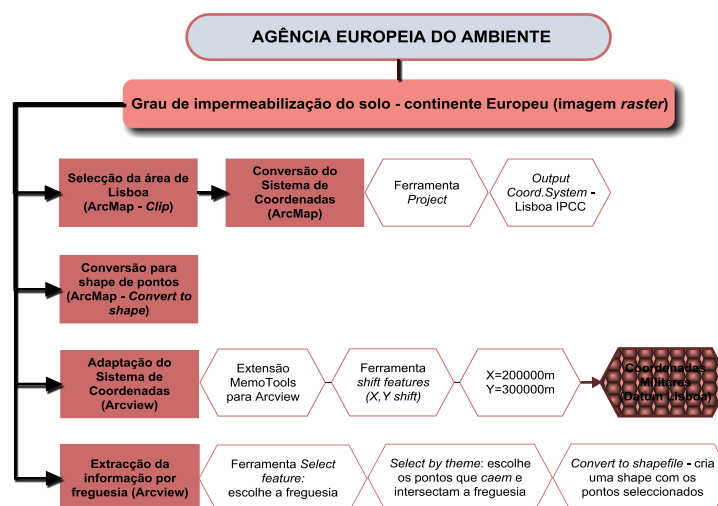


Figura 4.8 – Fluxograma da metodologia de análise da informação SIG da impermeabilização do solo.

Considerando o mesmo objectivo dos tipos de informação SIG anteriores, o ficheiro *raster* foi convertido para uma *shape file* de pontos e transformado para o sistema de coordenadas adequado. Seguidamente, a informação foi cruzada com a *shape file* dos limites de freguesias para que se obtivesse uma caracterização do grau de impermeabilização dos solos para as 53 freguesias em estudo.

Análise de correlações de variáveis

No que confere à análise de correlações, a metodologia seguida encontra-se esquematizada nos fluxogramas da Figura 4.9. Esta fase do trabalho foi realizada com recurso ao SPSS para obter as matrizes de correlação de Pearson. Foram testadas diversas combinações de variáveis, que incluíram: i) os parâmetros físicos do espaço urbano – altitude, declive, distância ao centro geométrico, distância ao rio Tejo, distância a Monsanto, impermeabilização, exposição, área verde e área edificada; ii) fluxo de energia acumulado; iii) demografia; iv) temperaturas – médias anuais da série temporal 2002-2008, médias dos anos quentes 2003-2005-2007 e médias de Julho-Setembro 2003 (período de onda de calor); v) morbilidade; vi) mortalidade.

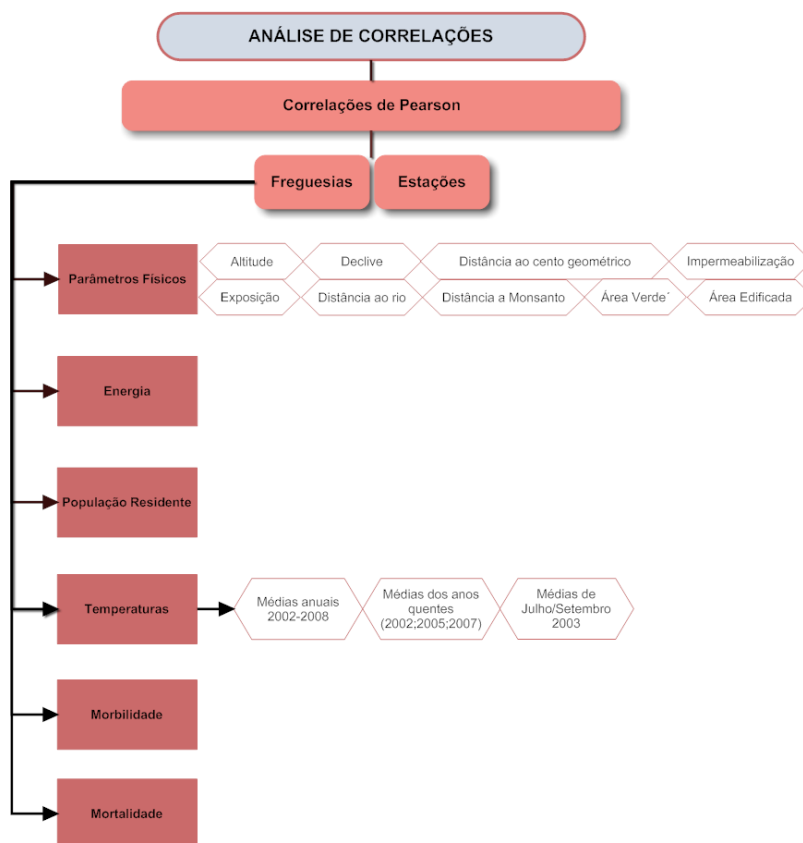


Figura 4.9 – Fluxogramas da análise de correlações das variáveis.

Análise explicativa de variáveis

A análise explicativa das variáveis baseou-se na determinação de equações que estabelecem as relações entre si. As diferentes análises realizadas encontram-se esquematizadas no fluxograma da figura 4.10.

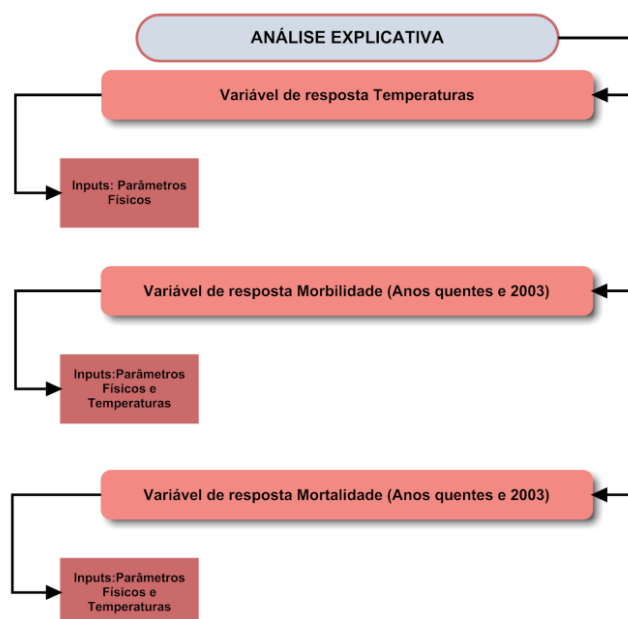


Figura 4.10 – Fluxogramas da análise explicativa das variáveis.

4.2. RESULTADOS DA ANÁLISE EXPLORATÓRIA DE VARIÁVEIS

A análise exploratória das variáveis teve por base o recurso à estatística descritiva, com o objectivo de sintetizar a informação obtida e maximizar a compreensão da estrutura e variação dos dados. A descrição dos resultados obtidos será apresentada de acordo com a sequência e metodologia definida na secção anterior.

Dados demográficos – Efectivos populacionais

Os dados populacionais foram esquematizados graficamente, para que fosse possível visualizar a estrutura etária das freguesias de Lisboa. No Apêndice I, Tabela I.1, encontram-se as pirâmides etárias de cada freguesia e do concelho, em termos globais. Posteriormente, a informação demográfica foi submetida a uma análise *cluster*, cujos agrupamentos resultantes se encontram na Tabela I.2 do Apêndice I. No mesmo Apêndice apresentam-se os grupos de freguesias que se assemelham entre si, através de gráficos ilustrativos das suas estruturas demográficas. Na Figura 4.11 apresenta-se um mapa que pretende ilustrar os grupos de freguesias que se formam com base na semelhança das suas estruturas etárias.

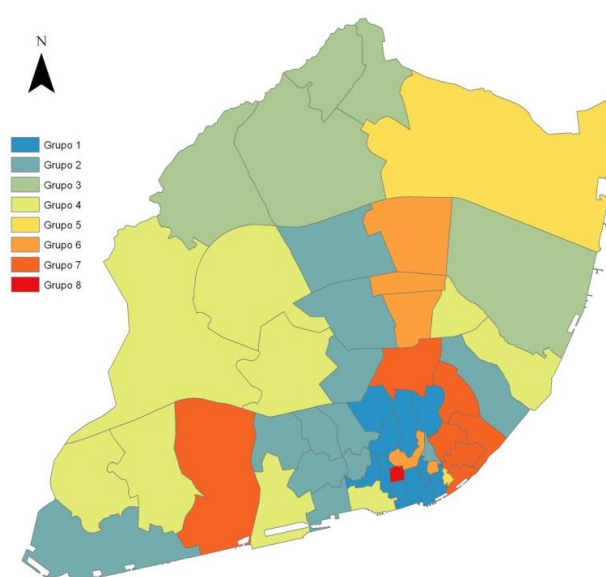


Figura 4.11 – Agrupamento de freguesias de acordo com as faixas etárias da população.

Dados meteorológicos – Temperaturas

Tendo em conta as estações meteorológicas para as quais se recolheu informação relevante, apresenta-se a sua distribuição geográfica na Figura 4.12.

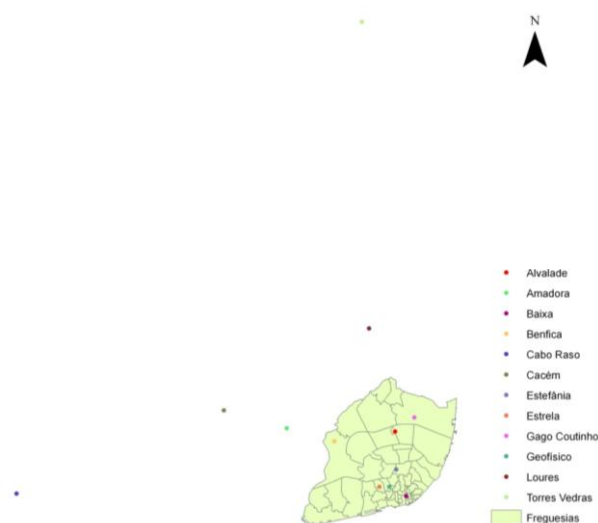


Figura 4.12 – Localização geográfica das estações meteorológicas.

A Tabela II.1 do Apêndice II refere-se às especificações de cada estação – apresenta parâmetros como as coordenadas geográficas e altitude a que a estação se encontra.

As médias de temperaturas (mínimas, máximas e médias) determinadas para a série temporal encontram-se representadas nos gráficos das Figuras 4.13, 4.14 e 4.15. Esta informação encontra-se discriminada na Tabela II.2 do Apêndice II.

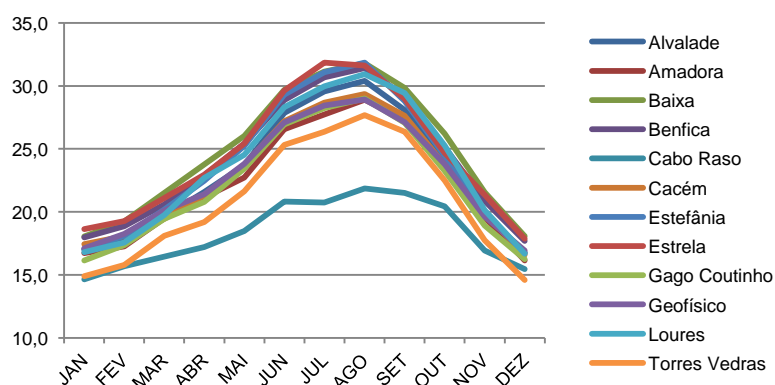


Figura 4.13 – Média das temperaturas mínimas (série temporal 2000-2008).

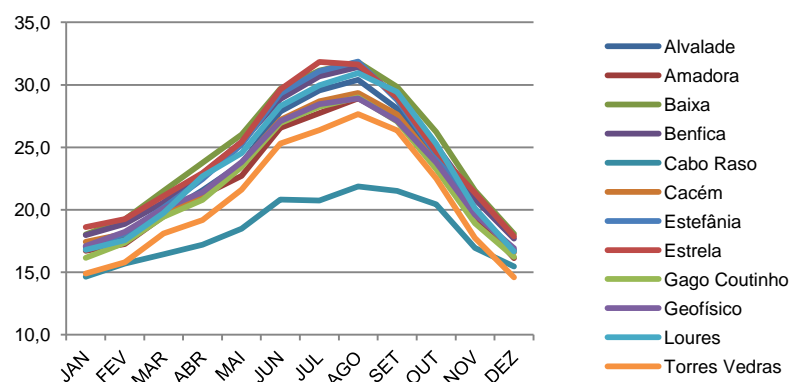


Figura 4.14 – Média das temperaturas máximas (série temporal 2000-2008).

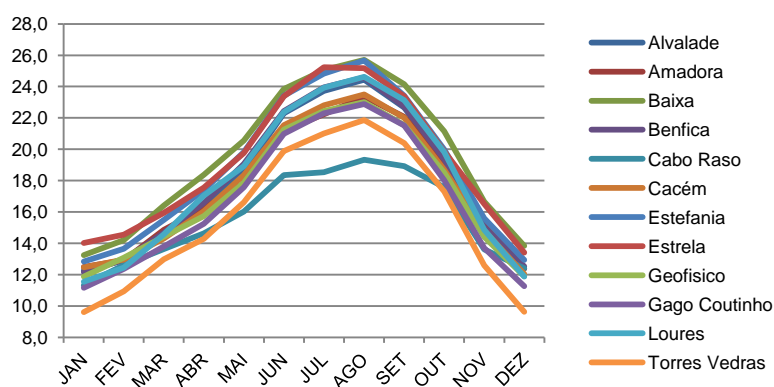


Figura 4.15 – Média das temperaturas médias (série temporal 2000-2008).

Como se pode verificar pelos gráficos anteriores, há estações que apresentam valores médios superiores para temperaturas máximas e médias – Alvalade, Benfica, Baixa e Estrela. No caso das temperaturas mínimas surgem oscilações que registam as médias mais altas nas estações do Geofísico e Gago Coutinho, para além da Baixa e Estrela. Por sua vez, as estações de Cabo Raso e Torres Vedras destacam-se, nos três gráficos, pelos valores significativamente inferiores aos das restantes estações.

Para que estas evidências fossem confirmadas, o teste de Friedman permitiu testar a hipótese nula de igualdade de médias dos diferentes registos de temperaturas. Foram testadas as combinações indicadas na metodologia – as matrizes resultantes encontram-se nas Tabelas II.3 a II.9 do Apêndice II. As Tabelas seguintes (4.3, 4.4, 4.5 e 4.6) referem-se aos resultados das combinações que se apresentaram como as mais estáveis, mediante a introdução das variações referidas.

Tabela 4.3 – Matriz resultante do teste de Friedman: Temperaturas médias; todas as estações excepto Loures.

Homogeneous Subsets								
		Subset						
		1	2	3	4	5	6	7
Sample ¹	Torres Vedras	1,557						
	Cabo Raso	1,9						
	G.Coutinho		4,071					
	Cacém		4,2					
	Amadora		4,486					
	Geofísico			5,886				
	Alvalade				6,857			
	Benfica				7,157			
	Estefânia					9,143		
	Estrela						9,929	
	Baixa							10,814
Test Statistic		0,457	0,3	0,2	1,829	0,2	0,2	0,2
Sig. (2-sided test)		0,499	0,861	.	0,176	.	.	.
Adjusted Sig. (2-sided test)		0,978	0,999	.	0,656	.	.	.
Homogeneous subsets are based on asymptotic significances. The significance level is 0,05.								
¹ Each cell shows the sample average rank.								

Tabela 4.4 – Matriz resultante do teste de Friedman: Temperaturas mínimas; todas as estações excepto Loures e Estrela.

Homogeneous Subsets								
		Subset						
		1	2	3	4	5	6	7
Sample ¹	Benfica	1,942						
	Cacém	2,365						
	Amadora		3,846					
	Torres Vedras		4,058					
	Cabo Raso		4,481	4,481				
	Alvalade			5,5				
	G.Coutinho				6,577			
	Geofísico					7,635		
	Estefânia						8,596	
	Baixa							10
Test Statistic		3,115	0,538	0,154	0,2	0,2	0,2	0,2
Sig. (2-sided test)		0,078	0,764	0,695
Adjusted Sig. (2-sided test)		0,332	0,992	0,997
Homogeneous subsets are based on asymptotic significances. The significance level is 0,05.								
¹ Each cell shows the sample average rank.								

Tabela 4.5 – Matriz resultante do teste de Friedman: Temperaturas máximas; todas as estações.

Homogeneous Subsets							
		Subset					
		1	2	3	4	5	6
Sample ¹	Cabo Raso	1					
	Loures		2				
	G.Coutinho			4,071			
	Geofísico			4,107			
	Amadora			4,75			
	Cacém			5,321			
	Alvalade				6,893		
	Estefânia					8,536	
	Torres Vedras					8,536	
	Benfica						10,357
	Estrela						10,964
	Baixa						11,464
Test Statistic		0,2	0,2	8,25	0,2	0,071	6,036
Sig. (2-sided test)		.	.	0,041	.	0,789	0,049
Adjusted Sig. (2-sided test)		.	.	0,118	.	1	0,182
Homogeneous subsets are based on asymptotic significances. The significance level is 0,05.							
¹ Each cell shows the sample average rank.							

Tabela 4.6 – Matriz resultante do teste de Friedman: Dif. temp.máx.-temp.mín.; todas as estações.

		Homogeneous Subsets					
		Subset					
		1	2	3	4	5	6
Sample ¹	Cabo Raso	1,067					
	G.Coutinho		2,6				
	Geofísico		2,667				
	Amadora			4,433			
	Alvalade			5,933	5,933		
	Cacém				6,5		
	Estefânia				6,9		
	Loures				6,933		
	Baixa					9,3	
	Torres Vedras					9,533	
	Estrela					10,167	
	Benfica						11,967
Test Statistic		0,2	0,6	5,4	2,22	3,433	0,2
Sig. (2-sided test)		.	0,439	0,02	0,528	0,18	.
Adjusted Sig. (2-sided test)		.	0,969	0,115	0,895	0,547	.
Homogeneous subsets are based on asymptotic significances. The significance level is 0,05.							
¹ Each cell shows the sample average rank.							

Na generalidade dos resultados, os valores de *Adjusted Sig. (2-sided test)* são inferiores ao nível de significância ($\alpha=0,05$) pelo que se aceita a hipótese nula. Desta forma, os valores de temperatura das estações referentes a cada agrupamento (*Subset*) são semelhantes. As semelhanças mais evidentes referem-se às estações mais distantes do centro da cidade – Cacém, Amadora, Gago Coutinho, Cabo Raso – e às estações centrais – Estrela, Estefânia, Benfica, Baixa, Geofísico, Alvalade. A realização da análise *cluster* permitiu conhecer a semelhança das temperaturas registadas nas diferentes estações – Apêndice II – Tabelas II.10, II.11, II.12.

A matriz de distâncias geográficas das estações apresenta-se na Tabela 4.7.

Tabela 4.7 – Matriz das distâncias geográficas das estações meteorológicas (km).

	G. Coutinho	T. Vedras	Cabo Raso	Estrela	Alvalade	Estefânia	Baixa	Benfica	Amadora	Cacém	Loures	Geofísico
GCoutinho	0,0	31,2	31,8	6,1	1,9	4,3	6,2	6,5	10,0	15,0	7,8	5,8
TVedras	31,2	0,0	45,7	36,3	32,1	35,0	37,2	32,8	32,3	32,2	23,9	36,3
CRaso	31,8	45,7	0,0	28,5	30,1	29,8	30,6	25,3	21,8	17,5	30,5	29,2
Estrela	6,1	36,3	28,5	0,0	4,5	1,9	2,2	5,0	8,6	13,6	12,4	0,8
Alvalade	1,9	32,1	30,1	4,5	0,0	3,0	5,1	4,8	8,5	13,5	8,3	4,3
Estefânia	4,3	35,0	29,8	1,9	3,0	0,0	2,2	5,3	9,2	14,3	11,2	1,5
Baixa	6,2	37,2	30,6	2,2	5,1	2,2	0,0	7,1	10,8	15,8	13,4	1,5
Benfica	6,5	32,8	25,3	5,0	4,8	5,3	7,1	0,0	3,9	9,0	9,2	5,6
Amadora	10,0	32,3	21,8	8,6	8,5	9,2	10,8	3,9	0,0	5,1	10,1	9,2
Cacém	15,0	32,2	17,5	13,6	13,5	14,3	15,8	9,0	5,1	0,0	13,1	14,3
Loures	7,8	23,9	30,5	12,4	8,3	11,2	13,4	9,2	10,1	13,1	0,0	12,5
Geofísico	5,8	36,3	29,2	0,8	4,3	1,5	1,5	5,6	9,2	14,3	12,5	0,0

Dados de morbilidade – Internamentos

A análise exploratória da variável internamentos em hospitais, representativa da morbilidade ocorrida em Lisboa para a série temporal indicada, permitiu conhecer a sua evolução temporal – ao nível dos hospitais e das freguesias. A Tabela III.1 do Apêndice III apresenta a discriminação das freguesias e da população abrangida por cada unidade hospitalar. Através desta informação determinou-se o peso relativo de cada freguesia no total de internamentos por hospital. Nas Tabelas III.2 e III.3 do Apêndice III apresentam-se estes valores anuais por hospital e freguesia, que se encontram sob a forma de gráficos nas Figuras III.1 e III.2.

A classificação das causas de morbilidade é feita de acordo com as Grandes Categorias de Diagnóstico, que resultam do agrupamento dos Grupos de Diagnóstico Homogêneos²⁷. A selecção das GCD's foi feita com base em Nogueira, *et al.* (2009), que referem os grupos mais significativamente afectados pelas temperaturas elevadas - Tabela III.4, Apêndice III.

Como resultado da análise *cluster* efectuada, cujos agrupamentos se encontram na Tabela III.5 do Apêndice III, é possível conhecer como as freguesias se relacionam. Na Figura 4.16 apresenta-se um mapa que pretende ilustrar os grupos de freguesias que se formam com base na semelhança da morbilidade anual registada.

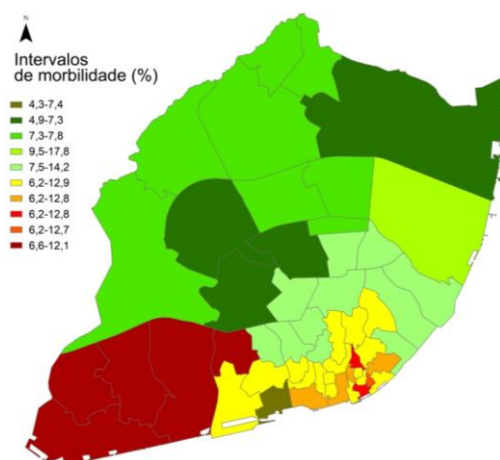


Figura 4.16 – Agrupamento de freguesias de acordo com morbilidade anual (%) ocorrida, 2002-2008.

²⁷ Portal de Codificação Clínica e dos GDH's – Ministério da Saúde
http://portalcodgdh.min-saude.pt/index.php/Página_principal

Foi considerado o agrupamento resultante da morbilidade em valores percentuais, de acordo com a distância indicada (linha vermelha) na Tabela III.5, Apêndice III.

Pela visualização do mapa, é evidente que, na generalidade, as freguesias pertencentes a um determinado agrupamento são relativamente próximas entre si. Tal facto permite identificar claramente zonas da cidade com valores de morbilidade específicos. Adicionalmente, pelos intervalos de morbilidade indicados, as zonas mais próximas do centro da cidade apresentam limites inferiores e superiores bastante mais elevados do que os das zonas mais periféricas – evidenciando um padrão de morbilidade mais elevado nas freguesias mais centrais.

No Apêndice III, Figura III.3, pode visualizar-se, graficamente, a distribuição da morbilidade ocorrida de acordo com o agrupamento de freguesias resultante.

Dados de mortalidade – Óbitos

A análise aos erros dos dados de mortalidade pretendeu avaliar a fiabilidade dos mesmos, devido ao seu elevado detalhe. O segredo estatístico actua no sentido de protecção desta informação²⁸. Na Tabela IV.1 do Apêndice IV encontram-se os erros calculados para o nível máximo de desagregação da informação. Tendo em conta que são consideravelmente elevados e inviabilizam qualquer análise, optou-se por trabalhar a informação com menos detalhe. Desta forma, omitiram-se as causas de mortalidade e os sexos, determinando os erros associados aos óbitos por classes etárias – disponíveis na Tabela IV.2 do Apêndice IV. Pode observar-se uma diminuição notável, embora se registem erros ligeiramente elevados nas freguesias mais pequenas – com maior número de dados mascarados.

²⁸ De acordo com o INE, a protecção de dados é feita através da omissão dos valores inferiores a 3 ocorrências, bem como de outros valores (≥ 3) quando através dos quais se podem obter outros (sujeitos a confidencialidade) pela diferença entre valores totais e parcelares.

A análise exploratória dos óbitos ocorridos permitiu conhecer a sua evolução temporal para as freguesias de Lisboa. Na Tabela IV.3 (Apêndice IV) apresentam-se os valores anuais, sendo que os mesmos se encontram sob a forma de gráficos, na Figura IV.1. A classificação das causas de mortalidade é feita de acordo com a Classificação Internacional de Doenças²⁹. A sua selecção foi feita com base em Botelho, *et al.*, (2004), que referem os grupos mais afectados por temperaturas elevadas - Tabela IV.4, Apêndice IV.

A análise *cluster* (resultados na Tabela IV.6 do Apêndice IV), permitiu conhecer como as freguesias se relacionam. Na Figura 4.17 apresenta-se um mapa que ilustra os grupos de freguesias que se formam com base na semelhança da mortalidade. Foi considerado o agrupamento resultante da mortalidade em valores percentuais, de acordo com a distância indicada (linha vermelha) na Tabela IV.5 do Apêndice referido.

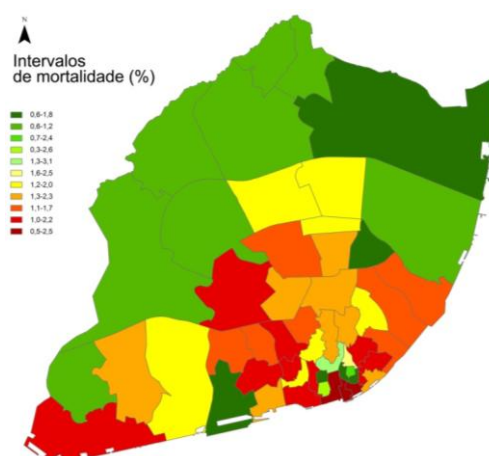


Figura 4.17 – Agrupamento de freguesias de acordo com mortalidade anual (%) ocorrida, 2002-2008.

À semelhança da morbilidade, as freguesias pertencentes a um determinado agrupamento são relativamente próximas entre si, evidenciando zonas com valores de mortalidade específicos. Adicionalmente, pelos intervalos de mortalidade indicados, as zonas mais próximas do centro da cidade apresentam limites inferiores e superiores relativamente mais elevados do que os das zonas mais periféricas –

²⁹ Página Oficial da Classificação Internacional de Doenças, OMS - <http://www.who.int/classifications/icd/en/>

evidenciando um padrão de mortalidade mais elevado nas freguesias mais centrais. No Apêndice IV, Figura IV.2, pode visualizar-se, graficamente, a distribuição da mortalidade ocorrida de acordo com o agrupamento de freguesias resultante.

Dados geográficos – Sistemas de informação geográfica

Dos cruzamentos efectuados com as diferentes *shape files* da informação SIG, obtiveram-se diversas características que foram discriminadas por freguesia. Na Tabela 4.8 encontram-se os parâmetros referentes aos elementos físicos de cada freguesia e na Tabela 4.9 encontram-se os parâmetros referentes ao espaço urbano construído.

Tabela 4.8 – Elementos físicos das freguesias de Lisboa.

Freguesia	Altitude (m) ^{(1)*}	Exposição (°) ^{(2)*}	Declive (m) ^{(1)*}	Energia (W/m ²) ^{(1)*}	Distância ao rio Tejo (m) ^{(2)*}	Distância ao Monsanto (m) ^{(2)*}	Grau de Impermeabilização (%) ^{(1)*}
Ajuda	107	176	9	117	1864	354	51
Alcântara	71	144	9	132	1488	321	35
Alto do Pina	72	114	10	152	2352	3743	74
Alvalade	77	148	9	194	3476	3048	87
Ameixoeira	101	216	10	127	5792	5146	52
Anjos	57	205	35	212	1558	2873	91
Beato	32	130	9	147	739	4639	75
Benfica	124	190	8	114	4248	549	31
Campo Grande	87	142	5	160	4906	2282	60
Campolide	78	176	12	178	3126	255	70
Carnide	99	183	5	140	7056	2171	62
Castelo	88	130	13	200	592	3190	45
Charneca	126	173	9	134	4932	5394	66
Coração de Jesus	50	140	7	203	2030	1737	84
Encarnação	52	132	10	227	741	2373	97
Graça	74	165	12	184	851	3322	83
Lapa	67	140	11	177	896	1163	70
Lumiar	96	152	7	140	6049	3445	62
Madalena	8	177	3	154	161	3283	78
Mártires	29	136	15	241	370	2774	98
Marvila	52	136	8	152	1309	5214	67
Mercês	45	204	10	206	938	1788	83
Nª Srª de Fátima	78	182	7	195	3896	1837	82
Pena	59	127	11	215	1661	2441	78
Penha de França	75	130	11	172	1372	3339	79
Prazeres	30	194	7	141	411	679	80
Sacramento	43	115	14	231	691	2570	99
Santa Catarina	46	230	13	224	661	2075	91
Santa Engrácia	41	136	11	157	457	3996	83
Santa Isabel	88	134	8	179	1712	800	82
Santa Justa	18	131	7	225	990	2703	99
Santa Mª de Belém	19	176	5	143	395	903	58
Santa Mª dos Olivais	66	113	5	160	2194	6084	71
Santiago	63	164	19	212	417	3330	79
Santo Condestável	70	239	11	190	1724	246	72
Santo Estêvão	13	160	9	119	112	3764	97

Freguesia	Altitude (m) ^{(1)*}	Exposição (°) ^{(2)*}	Declive (m) ^{(1)*}	Energia (W/m ²) ^{(1)*}	Distância ao rio Tejo (m) ^{(2)*}	Distância ao Monsanto (m) ^{(2)*}	Grau de Impermeabilização (%) ^{(1)*}
Santos-o-Velho	18	146	8	173	247	1533	90
S.Cristóvão/S.Lourenço	46	253	22	158	669	3022	86
S.Domingos de Benfica	87	166	8	142	4945	688	60
S.Francisco Xavier	79	223	7	136	1633	237	42
S.João	51	131	12	151	964	4042	80
São João de Brito	85	166	6	161	3627	3703	62
S.João de Deus	79	175	6	193	3024	2876	81
S.Jorge de Arroios	67	176	9	209	2435	2496	89
S.José	40	142	12	193	1407	2131	72
S.Mamede	71	155	10	171	1619	1318	71
S.Miguel	26	127	15	217	250	3538	99
S.Nicolau	7	163	6	211	297	2974	93
S.Paulo	9	179	6	206	223	2349	94
S.Sebastião Pedreira	86	126	8	173	2794	1290	64
S.Vicente de Fora	49	120	13	205	404	3725	84
Sé	16	183	12	184	178	3467	93
Socorro	40	244	19	174	884	3021	78

(1) Valor da média; (2) Valor da mediana; * A escolha entre o valor da média e da mediana foi feita com base no teste de Kolmogorov-Smirnov, aplicado aos parâmetros indicados. Os resultados deste teste encontram-se no Apêndice V – Figura V.1. As hipóteses testadas para os valores médios e medianos da distância ao rio Tejo foram ambas rejeitadas no teste de Kolmogorov-Smirnov. Desta forma, procedeu-se à logaritmização dos valores e a um novo teste. No Apêndice V, estão disponíveis os histogramas referentes à logaritmização dos valores da distância ao rio (Figura V.3- onde se pode observar a sua distribuição próxima à normal) e o resultado do novo teste de Kolmogorov-Smirnov (Figura V.2).

Tabela 4.9 – Espaço construído das freguesias de Lisboa.

Freguesia	Área da Freguesia (m ²)	Área Edificada		Área verde	
		m ²	%	(m ²)	%
Ajuda	2 851 711	556 172	20	1 100 478	39
Alcântara	4 403 444	982 029	22	2 684 030	61
Alto do Pina	838 755	211 809	25	93 423	11
Alvalade	594 419	211 313	36	3 121	1
Ameixoeira	1 609 437	402 769	25	20 454	1
Anjos	487 982	274 289	56	0	0
Beato	1 623 264	656 332	40	60 566	4
Benfica	7 942 445	1 401 435	18	5 117 827	64
Campo Grande	2 453 339	949 504	39	144 693	6
Campolide	2 777 449	901 132	32	594 158	21
Carnide	4 019 583	1 366 688	34	17 503	0
Castelo	55 106	21 258	39	25 158	46
Charneca	1 707 077	407 915	24	97 819	6
Coração de Jesus	557 536	281 596	51	0	0
Encarnação	188 963	143 332	76	6 844	4
Graça	350 597	174 112	50	1 655	0
Lapa	740 331	287 659	39	58 132	8
Lumiar	6 110 879	2 331 637	38	353 000	6
Madalena	115 670	59 610	52	0	0
Mártires	99 512	71 741	72	0	0
Marvila	6 332 107	1 657 643	26	925 283	15
Mercês	268 187	125 614	47	13 897	5
Nª Srª Fátima	1 904 871	1 141 747	60	99 114	5
Pena	500 045	415 706	83	16 987	3
Penha de França	682 771	241 470	35	621	0
Prazeres	1 450 970	466 972	32	122 674	8
Sacramento	85 105	76 026	89	0	0
Santa Catarina	213 490	125 646	59	0	0
Santa Engrácia	550 034	326 774	59	0	0
Santa Isabel	626 109	269 177	43	0	0
Santa Justa	246 504	168 407	68	0	0
Santa Mª de Belém	3 333 922	1 342 504	40	507 718	15
Santa Mª dos Olivais	10 942 165	6 207 417	57	215 032	2

Freguesia	Área da Freguesia (m ²)	Área Edificada		Área verde	
		m ²	%	(m ²)	%
Santiago	64 891	36 173	56	754	1
Santo Condestável	1 027 012	361 079	35	118 504	12
Santo Estêvão	187 272	75 399	40	0	0
Santos-o-Velho	530 218	179 683	34	7 628	1
S.Cristóvão/S.Lourenço	77 978	38 396	49	0	0
S.Domingos de Benfica	4 304 108	1 343 790	31	920 493	21
S.Francisco Xavier	2 297 237	312 976	14	1 237 873	54
S.João	1 506 019	433 087	29	6 767	0
S.João de Brito	2 230 104	634 378	28	185 398	8
S.João de Deus	924 708	361 667	39	15 504	2
S.Jorge de Arroios	1 158 137	676 656	58	30 090	3
S.José	330 419	171 659	52	9 110	3
S.Mamede	613 123	247 853	40	58 705	10
S.Miguel	51 912	29 599	57	0	0
S.Nicolau	263 355	145 775	55	0	0
S.Paulo	437 145	200 829	46	8 617	2
S.Sebastião da Pedreira	1 084 960	370 171	34	343 152	32
S.Vicente de Fora	316 653	243 558	77	5 124	2
Sé	104 511	49 999	48	0	0
Socorro	110 877	61 219	55	184	0

A Figura 4.18 representa dois parâmetros, expostos na Tabela 4.8, que se consideram relevantes neste contexto – grau de impermeabilização e energia acumulada.

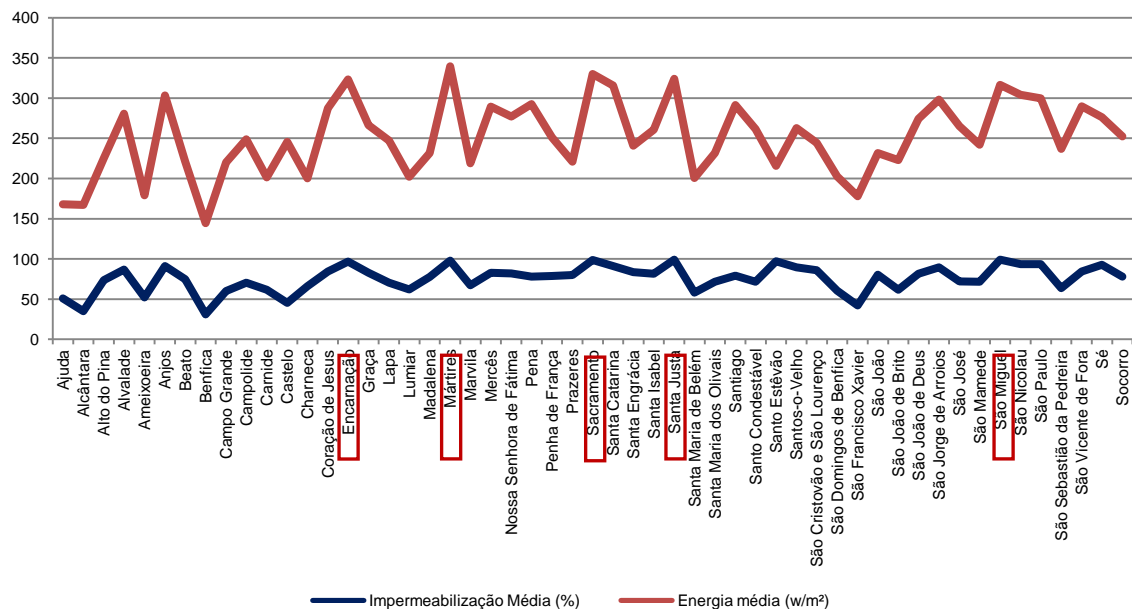


Figura 4.18 – Representação gráfica da impermeabilização e energia acumulada por freguesia.

Como se pode observar, a evolução destas variáveis ao nível das freguesias é semelhante. Numa análise geral, as freguesias que apresentam maior grau de impermeabilização são as freguesias que acumulam mais energia – Encarnação,

Mártires, Sacramento, Santa Justa e S. Miguel. Na secção seguinte analisar-se-á a correlação de variáveis, desenvolvendo-se, assim, a análise desta evidência.

A Figura 4.19 representa dois parâmetros, expostos na Tabela 4.9, que se consideram influentes na dinâmica urbana de Lisboa.

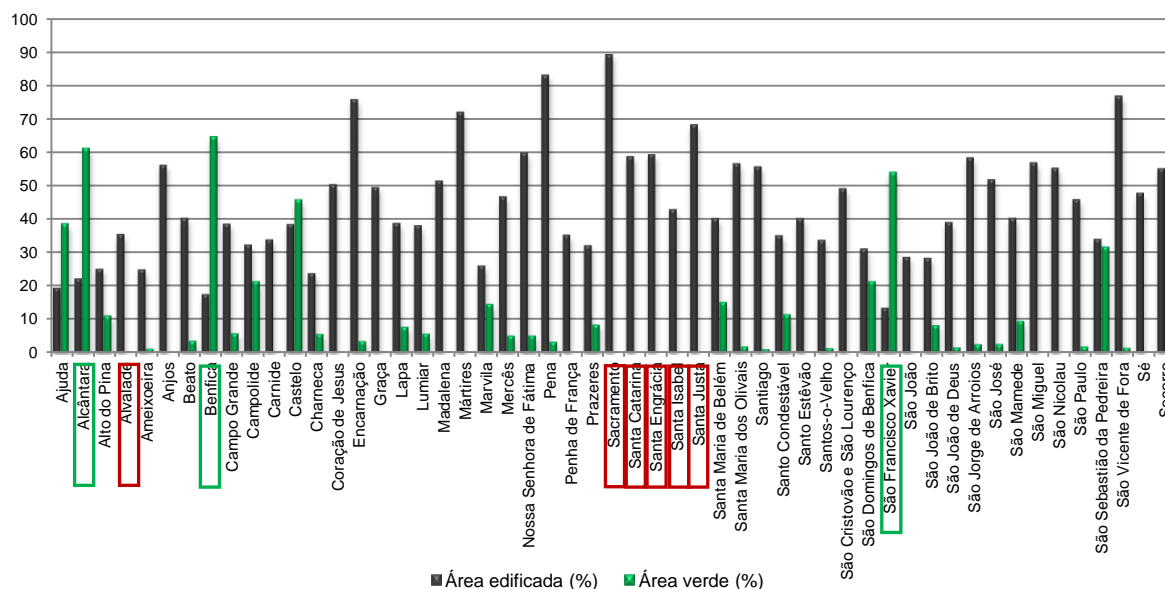


Figura 4.19 – Representação gráfica das áreas edificada e verde por freguesia (valores em %).

Pelo gráfico da Figura 4.19 é evidente o enorme desequilíbrio entre a área edificada e a área verde. A construção massiva de edifícios não é acompanhada de um correcto planeamento, que considere a necessidade fundamental de incrementar as áreas de parques e jardins nas freguesias. À excepção de Alcântara, Benfica e São Francisco Xavier (identificadas a verde), que privilegiam da presença da Serra de Monsanto, as freguesias da cidade de Lisboa apresentam percentagens muito reduzidas de áreas verdes, havendo algumas que não contam com a presença de qualquer espaço verde público – por exemplo (identificadas a vermelho): Alvalade, Sacramento, Santa Catarina, Santa Engrácia, Santa Isabel, Santa Justa, entre outras. Por seu lado, estas freguesias apresentam percentagens de edificação bastante elevadas – acima dos 50%.

4.3. RESULTADOS DA ANÁLISE DE CORRELAÇÕES E EXPLICATIVA

A análise desenvolvida na presente secção pretende expor a correlação entre as diferentes variáveis e evidenciar a forma como se influenciam entre si. Teve-se sempre em conta uma análise global, para que se determinasse a existência de padrões comportamentais das variáveis.

No decorrer deste capítulo deve considerar-se que a morbilidade e mortalidade foram alvo de uma correcção demográfica, isto é, as percentagens com que se trabalhou referem-se às ocorrências relativas a cada faixa etária. Desta forma, elimina-se o efeito da demografia e da distribuição etária característica de cada freguesia. Foi considerada a desagregação apenas por faixas etárias, pois as causas associadas constituíam um número de variáveis muito elevado.

Análise das Correlações de Pearson

Inicialmente, procurou-se compreender a associação dos diversos parâmetros físicos com as temperaturas sentidas nas diferentes freguesias. A matriz resultante da correlação de Pearson (Tabela VI.1, Apêndice VI) permite inferir algumas noções, onde se destacam com um rectângulo vermelho as principais correlações analisadas.

Desta forma, é possível verificar que há um grande número de correlações significativas entre as variáveis. Pode destacar-se, por exemplo, a associação da percentagem de área edificada – relaciona-se positivamente com as temperaturas, isto é, quanto maior a percentagem de área edificada, maior o valor da temperatura. Também o grau de impermeabilização apresenta correlações semelhantes com a temperatura, numa relação positiva.

A variável que se relaciona mais fortemente com a generalidade de temperaturas testadas é a distância ao rio Tejo, influenciando negativamente a sua distribuição – quanto maior a distância ao rio, menor é a temperatura sentida.

O mesmo tipo de análise foi conduzido considerando as estações meteorológicas, com vista a avaliar a robustez do método de extrapolação de temperaturas. Como se pode verificar pelas correlações obtidas (Tabela VI.2, Apêndice VI), a distância ao rio Tejo apresenta-se como a variável mais fortemente relacionada com a generalidade das temperaturas. O tipo de influência é a mesma, ou seja, negativa, traduzindo um padrão de diminuição das temperaturas conforme maior é a distância ao rio.

Para compreensão das correlações da variável referente à demografia de cada freguesia procedeu-se, igualmente, à determinação da matriz de correlações de Pearson. Os resultados que se consideram relevantes, conforme evidenciado na matriz (Tabela VI.3, Apêndice VI) através de um rectângulo vermelho, referem-se às faixas etárias mais jovens e mais idosas.

As correlações das variáveis referidas permitem inferir que as freguesias que apresentam uma representatividade considerável de pessoas idosas são habitadas, também, por camadas mais jovens da população. Desta forma, observa-se uma renovação das gerações em algumas freguesias – as classes correspondentes às faixas etárias 0-4, 5-14, 15-24, 25-34 e 35-44 correlacionam-se fortemente com as correspondentes às faixas etárias 65-74 e 75+. As faixas etárias que apresentam menor correlação com as restantes correspondem à população com idades entre os 45-54 anos e 55-64 anos, evidenciando um comportamento diferente destas variáveis no contexto da população citadina.

No que confere à morbilidade e mortalidade foram analisadas as correlações com os parâmetros físicos e as temperaturas. Os resultados que se consideraram relevantes

encontram-se identificados através de um rectângulo vermelho, nas Tabelas VI.4 e VI.5 do Apêndice VI, respectivamente.

O parâmetro físico que mais se relaciona com a morbilidade e mortalidade é a distância ao rio Tejo, numa relação negativa – a ocorrência destes episódios é menor conforme a distância ao rio vai aumentando. As temperaturas testadas que apresentam relação com mais classes de morbilidade e mortalidade são as médias de Verão e Inverno dos anos quentes e as mínimas de Verão dos anos quentes.

A análise explicativa das variáveis teve por base a utilização do MARS, cujos resultados se apresentam em seguida. Os resultados analisados em detalhe apresentam um coeficiente de correlação $r^2 > 0,70$.

Análise Explicativa da variável de resposta Temperatura

Com vista a compreender as variações climáticas da cidade de Lisboa, procurou-se determinar as variáveis que melhor traduzem as diferenças de temperaturas. Não sendo um ponto central na investigação, considerou-se relevante compreender a dinâmica desta variável pois as temperaturas por freguesias resultaram de um método de extrapolação.

Os *outputs* referentes aos dados apresentados encontram-se na Tabela VI.6 do Apêndice VI, sendo que, na presente secção, são apresentadas as funções de base e as equações finais, que traduzem as relações e influências entre as variáveis.

A partir dos resultados obtidos, definem-se, dois padrões climáticos evidentes, associados: i) às temperaturas elevadas – máximas e médias de Verão e máximas de Inverno; e ii) às temperaturas baixas – mínimas de Verão e mínimas e médias de Inverno. Consideraram-se, ainda, as temperaturas de Verão dos anos quentes.

i) TEMPERATURAS ELEVADAS

As temperaturas elevadas são explicadas pela distância à serra de Monsanto, com uma importância de 100%. As equações que explicam as variáveis de resposta evidenciam que a distância a Monsanto não tem sempre o mesmo tipo de influência, estando associado, na generalidade dos casos, o valor 3 537,73 m que determina o comportamento da variável.

MÉDIAS DE VERÃO	
Basis Functions	
BF1 = max(0, DISTMONSANTO-3537.73);	
BF2 = max(0, 3537.73-DISTMONSANTO);	Y=20.196-0.00154644*BF1+0.000943883*BF2
BF3 = max(0, DISTMONSANTO-1836.55);	+0.0026382*BF3-0.000439515*BF6
BF6 = max(0, DISTRIO-112.358);	+0.000857401*BF8+0.000509417*BF9
BF8 = max(0, 2597.64-DISTCENTROGEOMLX);	-0.00170824*BF11
BF9 = max(0, DISTRIO-3023.85);	
BF11 = max(0, DISTMONSANTO-2703.08)	
MÁXIMAS DE VERÃO	
Basis Functions	
BF1 = max(0, DISTMONSANTO-3537,73);	Y=26,7958-0,00208862*BF1+0,000614865*BF2
BF2 = max(0, 3537,73-DISTMONSANTO);	+0,0012419*BF3-0,000136973*BF5
BF3 = max(0, DISTMONSANTO-1836,55);	
BF5 = max(0, DISTRIO-112,358)	
MÁXIMAS DE INVERNO	
Basis Functions	
BF1 = max(0, DISTRIO-3023,85);	Y=17,6478+0,000544816*BF1-0,00169618*BF3
BF3 = max(0, DISTMONSANTO-3537,73);	+0,000851418*BF4+0,00117767*BF5+0,0461707
BF4 = max(0, 3537,73-DISTMONSANTO);	*BF8+0,00743681*BF9-0,000400642*BF14
BF5 = max(0, DISTMONSANTO-1836,55);	
BF8 = max(0, 5,89781-ÁREAVEVERDE);	
BF9 = max(0, ÁREAEDIFICADA-13,624);	
BF14 = max(0, DISTRIO-691,308)	

A Figura 4.20 representa o enquadramento da serra de Monsanto na cidade de Lisboa e as linhas de *buffer* de 1 837 m e 3 538 m.

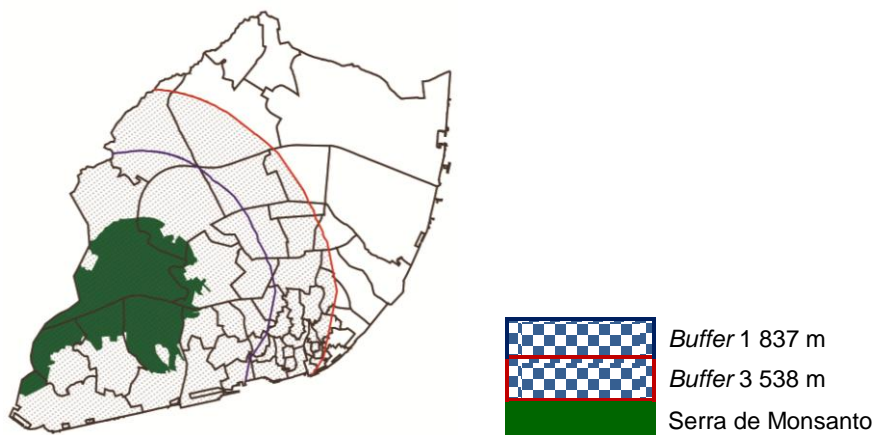


Figura 4.20 – Monsanto e *buffers* correspondentes às distâncias analisadas.

Analisando o caso das temperaturas máximas de Verão ($r^2 = 0,59$), torna-se evidente que a distância a Monsanto, até 3 538 m, influencia negativamente a variável de resposta – quanto maior for a distância, menor será a temperatura; para distâncias superiores a 3 538 m a relação é a mesma – quanto maior a distância a Monsanto, menor a temperatura. O comportamento desta variável aplica-se também às temperaturas médias de Verão ($r^2 = 0,76$) e às máximas de Inverno ($r^2 = 0,88$).

Nas equações referidas, surgem, ainda, outros valores de distâncias que alteram o comportamento da variável de entrada – 1 837 m, em todos os casos, e 2 700 m, nas temperaturas médias de Verão.

ii) TEMPERATURAS BAIXAS

Relativamente às temperaturas baixas, a principal variável que explica o seu padrão de distribuição na cidade é a distância ao rio Tejo, com uma importância de 100%.

À semelhança do exposto no caso da distância a Monsanto, as equações evidenciam que a distância ao rio não tem sempre o mesmo tipo de influência, aparecendo, na generalidade dos casos, associada ao valor 112,358 m.

MÍNIMAS DE VERÃO	
Basis Functions	
BF4 = max(0, DISTMONSANTO-3537, 73);	Y = 17,7458+0,00029397*BF4-0,0215668*BF9
BF9 = max(0, 51,9518-ÁREAEDIFICADA);	-0,000234955*BF12
BF12 = max(0, DISTRIO-1371,62)	
MÍNIMAS DE INVERNO	
Basis Functions	
BF1 = max(0, DISTRIO-112,358);	Y = 11,957-0,000313319*BF1+0,00156877*BF2
BF2 = max(0, DISTMONSANTO-3537,73);	-0,000700033*BF4-0,0928986*BF7-
BF4 = max(0, DISTMONSANTO-1836,55);	0,0195409*BF11
BF7 = max(0, 11,0477-DECLIVE);	
BF11 = max(0, ÁREAVEVERDE-5,89781)	
MÉDIAS DE INVERNO	
Basis Functions	
BF1 = max(0, DISTRIO-112,358);	Y = 13,8247-0,000186919*BF1-
BF2 = max(0, DISTMONSANTO-3537,73);	0,00158147*BF2+0,000449356*BF3
BF3 = max(0, 3537,73-DISTMONSANTO);	+0,000883422*BF4
BF4 = max(0, DISTMONSANTO-1836,55)	

A Figura 4.21 representa a linha de *buffer* de 112 m, que corresponde à área de porto fluvial ao longo da margem norte do rio – é uma área completamente impermeabilizada e que, de acordo com a Figura 3.8, apresenta uma elevada acumulação de energia.



Figura 4.21 – Rio Tejo e *buffer* correspondente à distância analisada.

Analisando as temperaturas mínimas de Inverno ($r^2 = 0,67$), torna-se evidente que a distância ao rio Tejo, para distâncias superiores a 112 m, influencia negativamente as variáveis de resposta – quanto maior a distância ao rio, menor a temperatura. O comportamento desta variável é aplicável também às temperaturas médias de Inverno ($r^2 = 0,74$) e às mínimas de Verão ($r^2 = 0,73$ – para uma distância superior a 1 371 m).

Associada à distância ao rio Tejo, surge, ainda, no caso das temperaturas médias e mínimas de Inverno, a distância a Monsanto, com uma importância significativa na explicação das temperaturas – 85% e 79% respectivamente. O comportamento desta variável é idêntico ao exposto anteriormente no caso das temperaturas elevadas, sendo que, para uma distância à serra inferior a 3 537 m a temperatura é tanto menos elevada quanto maior for esta distância; para uma distância superior à referida, as temperaturas diminuem conforme a distância a Monsanto aumenta.

iii) TEMPERATURAS DE VERÃO DOS ANOS QUENTES

A análise conduzida para as temperaturas de Verão dos anos quentes permitiu obter o mesmo padrão de comportamento das variáveis expostas anteriormente.

Relativamente às temperaturas máximas ($r^2 = 0,66$) e médias ($r^2 = 0,66$), a principal variável que explica a sua distribuição na cidade é a distância à serra de Monsanto, com uma importância de 100%.

MÁXIMAS DE VERÃO DOS ANOS QUENTES	
Basis Functions	
BF1 = max(0, DISTMONSANTO-3537, 73);	
BF2 = max(0, 3537, 73-DISTMONSANTO);	Y = 25,0254-0,00163017*BF1+0,000943288*BF2
BF3 = max(0, DISTMONSANTO-1836, 55);	+0,00267459*BF3-0,00174396*BF9
BF9 = max(0, DISTMONSANTO-2703, 08);	+0,000596694*BF12+0,000307056*BF14
BF12=max(0, 2597, 64-DISTCENTROGEOMLX);	
BF14 = max(0, 3023, 85-DISTRIO)	
MÉDIAS DE VERÃO DOS ANOS QUENTES	
Basis Functions	
BF1 = max(0, DISTMONSANTO-3537, 73);	Y = 22,592-0,00107554*BF1-0,000130477*BF3
BF3 = max(0, DISTRIO-112, 358);	+0,000479382*BF13
BF13 = max(0, DISTMONSANTO-1836, 55)	
MÍNIMAS DE VERÃO DOS ANOS QUENTES	
Basis Functions	
BF1 = max(0, DISTRIO-112, 358);	Y = 17,5742-0,000275261*BF1-0,0420702*BF3
BF3 = max(0, 32, 1834-ÁREAEDIFICADA);	+0,0070093*BF5
BF5 = max(0, ALTITUDE-45, 4678)	

As equações evidenciam que a distância a Monsanto apresenta mudanças de comportamento, associadas a diversos valores de distância: i) médias de Verão – influência positiva para valores > 1 837 m e negativa para valores > 3 537 m; ii) máximas de Verão – influência positiva para valores > 1 837 m e e negativa para valores > 2 703 m, > 3 537 m e < 3 537 m.

As temperaturas mínimas de Verão ($r^2 = 0,76$) são explicadas pela distância ao rio Tejo, com uma relação negativa – a temperatura diminui quanto maior for a distância (quando esta é superior a 112 m).

Análise Explicativa da variável de resposta Morbidade

A presente análise pretende compreender a influência que o ambiente urbano tem na variável morbilidade, com especial consideração para os efeitos das temperaturas elevadas. Desta forma, recorreu-se ao número de internamentos referente aos anos quentes, bem como ao ano de 2003.

Os *outputs* referentes aos dados apresentados estão disponíveis na Tabela VI.7 do Apêndice VI.

No caso da morbilidade de anos quentes, as combinações de temperaturas testadas, a par dos parâmetros físicos utilizados, permitiram obter resultados consideráveis para as classes mais jovens e mais idosas – no que diz respeito à utilização das temperaturas dos anos quentes e das temperaturas de toda a série temporal – e para as classes intermédias – no que diz respeito ao teste com temperaturas mensais.

i) TEMPERATURAS MÉDIAS DE VERÃO E INVERNO DOS ANOS QUENTES

A resposta da morbilidade para as temperaturas consideradas é explicada para as classes 15-24 anos e +75 anos, através das equações indicadas.

FAIXA ETÁRIA 15-24 ANOS

Basis Functions

BF1 = max(0, DISTRIO-1864.32);	
BF2 = max(0, 1864.32-DISTRIO);	Y = 4.10156-0.000412362*BF1
BF4=max(0, 14.4419-MédINVERNO_03_05_07);	-0.000937289*BF2-2.2323*BF4+2.30323*BF6
BF6 = max(0, 28.9008-MáXVERão_03_05_07);	+3.26911*BF9+0.00142449*BF11
BF9 = max(0, MáXINVERNO_03_05_07-19.464);	+4.38599*BF14
BF11 = max(0, DISTMONSANTO-3283.39);	
BF14=max(0, 10.4043-MínINVERNO_03_05_07	

FAIXA ETÁRIA + 75 ANOS

Basis Functions

BF1 = max(0, DISTMONSANTO-2876.45);	
BF4 = max(0, 39.1114-ÁREAEDIFICADA);	
BF5 = max(0, DISTRIO-3023.85);	Y = 30.8062+0.00513722*BF1+0.760677*BF4
BF7 = max(0, DISTRIO-1558.23);	+0.0246663*BF5-0.0155366*BF7-
BF10=max(0, 22.7178-MédVERão_03_05_07);	33.3705*BF10+13.7559*BF12-16.1377*BF13
BF12=max(0, 19.2167-MáXINVERNO_03_05_07);	
BF13=max(0, MédVERão_03_05_07-22.2644)	

Em relação à população mais jovem, a distância ao rio Tejo manifesta uma influência negativa na morbilidade, para distâncias superiores a 1 864 m e positiva para distâncias inferiores a 1 864 m – a morbilidade diminui conforme a distância ao rio Tejo é maior a partir da linha de referência indicada, aumentando até essa distância.

Na Figura 4.22 encontra-se representada a linha de *buffer* correspondente a esta distância, sendo visível que a zona onde se verificam aumentos de morbilidade corresponde às áreas da cidade mais centrais; as freguesias que ficam mais distantes ao rio e para as quais a morbilidade diminui são mais próximas às periféricas.

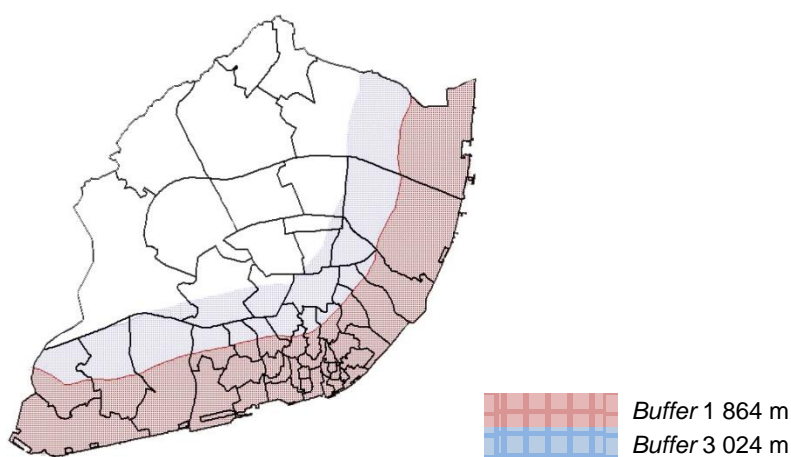


Figura 4.22 – Rio Tejo e *buffers* correspondentes às distâncias analisadas.

O aumento da temperatura média de Verão dos anos quentes incorre um aumento da morbilidade, para valores até 14º C.

Para a faixa etária da população mais idosa, a variável que assume maior importância na explicação da morbilidade é a distância ao rio Tejo (100%). A morbilidade aumenta para distâncias superiores a 3 024 m – como se pode verificar na Figura 4.22 as freguesias para as quais esta explicação é válida correspondem às periféricas; as freguesias mais centrais carecem de outra dinâmica da variável.

A percentagem de área edificada, para valores até 40%, confere uma influência negativa na morbilidade, traduzindo a sua diminuição. Tendo em conta que a maioria das freguesias de Lisboa apresenta uma área edificada superior a 40%, não é clara a explicação da influência da variável na morbilidade desta faixa etária.

ii) TEMPERATURAS MÉDIAS 2002-2008

Tendo em conta as temperaturas médias de toda a série temporal, expõe-se em seguida a explicação da variável morbilidade para as classes etárias 5-14 anos e 15-24 anos.

FAIXA ETÁRIA 5-14 ANOS	
Basis Functions	
BF2 = max(0, 51.5345 - ÁREAEDIFICADA);	
BF4 = max(0, 19.1279 - MÁX_INVERNO);	$Y = 7.00947 - 0.0685209 * BF2 - 3.06183 * BF4$
BF5 = max(0, MÉD_VERAO - 21.8549);	$+ 2.19457 * BF5 + 3.13686 * BF6 - 0.00081555 * BF7$
BF6 = max(0, 21.8549 - MÉD_VERAO);	$+ 0.0580888 * BF9$
BF7 = max(0, DISTCENTROGEOMLX - 885.645);	
BF9 = max(0, 32.4167 - ALTITUDE)	
FAIXA ETÁRIA 15-24 ANOS	
Basis Functions	
BF1 = max(0, DISTRIO - 1864.32);	
BF2 = max(0, 1864.32 - DISTRIO);	$Y = 6.97267 - 0.000679042 * BF1$
BF3 = max(0, MÁX_INVERNO - 19.1279);	$- 0.000821791 * BF2 - 0.882437 * BF3$
BF4 = max(0, 19.1279 - MÁX_INVERNO);	$- 2.10888 * BF4 - 0.0211695 * BF9 + 9.72133 * BF11$
BF9 = max(0, ÁREAEDIFICADA - 39.1114);	
BF11 = max(0, MÁX_VERÃO - 28.745)	

A morbilidade de crianças com idades entre 5-14 anos é influenciada pela distância ao centro geométrico da cidade – diminuindo apenas para distâncias superiores a 885 m. A variável comporta-se de forma diferente quando a distância ao centro é inferior ao valor referido. Por sua vez, a percentagem de área edificada é responsável pelo aumento da morbilidade para valores até 51%. Por compreender fica o comportamento deste parâmetro para as freguesias que apresentam áreas edificadas superiores ao valor apresentado.

Para a faixa etária compreendida entre 15-24 anos, o parâmetro que melhor explica as variações de morbilidade é a distância ao rio. A variável apresenta precisamente

o mesmo comportamento que o exposto para esta faixa etária, no caso do recurso às temperaturas médias dos anos quentes. A temperatura máxima de Verão é responsável pelo aumento da morbidade para valores superiores a 29°C.

iii) TEMPERATURAS MÉDIAS MENSAIS

Quando se consideram as médias das temperaturas mensais, para além dos parâmetros físicos, surge um maior número de classes etárias com resultados significativos – 5-14 anos, 15-24 anos, 25-34 anos e 35-44 anos, como se verifica nas equações seguintes.

FAIXA ETÁRIA 5-14 ANOS	
Basis Functions	
BF2 = max(0,49.2396 - ÁREAEDIFICADA);	Y = 7.71891-0.0876341*BF2-2.47079*BF4 +0.239308*BF8-0.000470477*BF9
BF4 = max(0,13.5186 - FEV_Méd);	
BF8 = max(0,5.18199 - ÁREAVERDE);	
BF9 = max(0,DISTCENTROGEOMLX - 885.645)	
FAIXA ETÁRIA 15-24 ANOS	
Basis Functions	
BF1 = max(0,DISTRIO - 2351.51);	Y = 4.71791-0.000457699*BF1- 0.000706253*BF2-5.02837*BF4+7.38558*BF5 +2.5778*BF6+2.51388*BF7+1.79417*BF8 +0.000938004*BF11-4.1795*BF14
BF2 = max(0,2351.51 - DISTRIO);	
BF4 = max(0,24.326 - OUT_MAX);	
BF5 = max(0,JUN_Méd - 23.4778);	
BF6 = max(0,23.4778 - JUN_Méd);	
BF7 = max(0,NOV_MAX - 20.8221);	
BF8 = max(0,20.8221 - NOV_MAX);	
BF11 = max(0,DISTMONSANTO - 3338.59);	
BF14 = max(0,12.9033 - JAN_Méd)	
FAIXA ETÁRIA 25-34 ANOS	
Basis Functions	
BF1 = max(0,DISTRIO - 2351.51);	Y = 12.372-0.00159598*BF1- 0.00229176*BF2-0.0736668*BF3 +0.00171409*BF5-21.1733*BF8 +0.00164742*BF9+7.76578*BF12
BF2 = max(0,2351.51 - DISTRIO);	
BF3 = max(0,ÁREAEDIFICADA - 40.4247);	
BF5 = max(0,DISTCENTROGEOMLX - 3507.88);	
BF8 = max(0,24.326 - OUT_MAX);	
BF9 = max(0,DISTMONSANTO - 3021.54);	
BF12 = max(0,22.5383 - ABR_MAX)	
FAIXA ETÁRIA 35-44 ANOS	
Basis Functions	
BF1 = max(0,DISTRIO - 1661.37);	Y = 16.115-0.000749697*BF1- 0.00145919*BF2-19.2272*BF3+123.52*BF5 -6.95335*BF6-3.69121*BF9-0.0125538*BF11 -0.0900492*BF12+16.4755*BF13 +0.000925512*BF15
BF2 = max(0,1661.37 - DISTRIO);	
BF3 = max(0,OUT_MAX - 24.326);	
BF5 = max(0,FEV_MAX - 19.0921);	
BF6 = max(0,19.0921 - FEV_MAX);	
BF9 = max(0,MAI_MIN - 14.7986);	
BF11 = max(0,EXPOSIÇÃO- 135.682);	
BF12 = max(0,135.682 - EXPOSIÇÃO);	
BF13 = max(0,OUT_MAX - 24.5368);	
BF15 = max(0,DISTMONSANTO - 237.326)	

A morbidade registada em crianças com idades entre 5-14 anos é explicada essencialmente por três variáveis: temperatura média de Fevereiro, percentagem de área edificada e distância ao centro geométrico da cidade. O comportamento das duas primeiras variáveis influencia a morbidade no mesmo sentido, isto é, com o aumento da temperatura média de Fevereiro e da percentagem de área edificada, aumenta a morbidade. A distância ao centro da cidade para valores superiores a 885 m implica uma diminuição nas ocorrências desta natureza.

A faixa etária correspondente aos 15-24 anos apresenta a morbidade explicada maioritariamente por duas variáveis de temperatura – a média de Junho e a máxima de Outubro. Para ambos os casos, a influência das variáveis é positiva, aumentando a morbidade com o aumento da temperatura média de Junho para valores $> 23^{\circ}\text{C}$ e da máxima de Outubro para valores $< 24^{\circ}\text{C}$.

No que concerne à faixa etária 25-34 anos, a distância ao Tejo explica a dinâmica da morbidade, em consonância com o exposto para as outras classes – a morbidade aumenta para distâncias ao rio inferiores a 2 351 m e diminui para distâncias superiores a este valor, conforme a proximidade à periferia da cidade é maior.

Finalizando a análise para este conjunto de temperaturas, a classe etária que compreende os 35-44 anos é explicada, à semelhança de outras, pela distância ao rio Tejo. A influência da variável é idêntica, conferindo o aumento de morbidade consoante a distância ao rio é maior, para distâncias inferiores a 1 661 m; a diminuição da morbidade ocorre a par de um aumento da distância ao rio para distâncias superiores a 1 661 m.

As diferentes combinações de temperaturas testadas permitiram encontrar também um padrão no que diz respeito à morbidade do ano 2003 de duas classes etárias específicas – 5-14 anos e +75 anos.

MÉDIAS DE VERÃO E INVERNO DOS ANOS QUENTES

FAIXA ETÁRIA 5-14 ANOS

Basis Functions

BF2 = max(0, 51.5345 - ÁREAEDIFICADA);
BF4 = max(0, 19.1279 - MáX_INVERNO);
BF5 = max(0, Méd_INVERNO - 14.9437);
BF9 = max(0, DISTRIO - 3023.85);
BF13 = max(0, MáX_INVERNO - 19.5987)

$$Y = 7.29164 - 0.0707599 * BF2 - 2.82313 * BF4 + 10.8386 * BF5 - 0.000502862 * BF9 - 4.90201 * BF13$$

FAIXA ETÁRIA + 75 ANOS

Basis Functions

BF2 = max(0, 39.1114 - ÁREAEDIFICADA);
BF3 = max(0, Méd_INVERNO - 14.2513);
BF5 = max(0, DISTRIO - 3023.85);
BF7 = max(0, Mín_INVERNO - 11.284);
BF8 = max(0, 11.284 - Mín_INVERNO);
BF9 = max(0, DISTRIO - 1558.23);
BF11 = max(0, DISTMONSANTO - 1289.78);
BF12 = max(0, 1289.78 - DISTMONSANTO)

$$Y = 21.4565 + 0.478556 * BF2 - 15.4889 * BF3 + 0.0172665 * BF5 - 14.5723 * BF7 - 4.64185 * BF8 - 0.00985878 * BF9 + 0.00262466 * BF11 + 0.0113958 * BF12$$

MÉDIAS DE JULHO-SETEMBRO 2003

FAIXA ETÁRIA 5-14 ANOS

Basis Functions

BF2 = max(0, 51.9518 - ÁREAEDIFICADA);
BF3 = max(0, Méd_JULSET2003 - 24.2648);
BF5 = max(0, DISTCENTROGEOMLX - 885.645);
BF11 = max(0, 32.4167 - ALTITUDE);
BF14 = max(0, Méd_JULSET2003 - 23.9034)

$$Y = 8.22472 - 0.0722614 * BF2 + 11.2886 * BF3 - 0.000726143 * BF5 + 0.0662419 * BF11 - 7.47764 * BF14$$

FAIXA ETÁRIA + 75 ANOS

Basis Functions

BF2 = max(0, 40.4247 - ÁREAEDIFICADA);
BF3 = max(0, DISTMONSANTO - 3537.73);
BF5 = max(0, DISTRIO - 3023.85);
BF7 = max(0, DISTRIO - 1633.1)

$$Y = 10.4207 + 0.75861 * BF2 + 0.00653529 * BF3 + 0.0126661 * BF5 - 0.00654759 * BF7$$

MÉDIAS MENSAIS

FAIXA ETÁRIA 5-14 ANOS

Basis Functions

BF2 = max(0, 49.2396 - ÁREAEDIFICADA);
BF4 = max(0, 13.0438 - JAN_Méd);
BF5 = max(0, DISTCENTROGEOMLX - 885.645);
BF7 = max(0, 24.5923 - AGO_Méd);
BF9 = max(0, 5.18199 - ÁREÁVERDE)

$$Y = 7.90541 - 0.0655672 * BF2 - 2.47861 * BF4 - 0.000595961 * BF5 + 1.61474 * BF7 + 0.226375 * BF9$$

No que confere à população mais jovem, o aumento da percentagem de área edificada (100% de importância atribuída) é determinante no aumento da morbilidade – até um valor aproximado a 50%. “Esta variável de resposta é, ainda, influenciada positivamente pelas temperaturas máximas do período de Inverno (até 19°C) e pelas temperaturas médias dos meses Julho-Setembro de 2003 (para valores > 24°C). A mesma relação verifica-se, também, para a temperatura média de Janeiro, quando se testam as médias mensais – quanto maior a temperatura, até 13°C, maior a morbilidade. Surge, também, de forma evidente, a distância ao centro

geométrico da cidade – que implica a diminuição da morbilidade consoante o afastamento ao centro da cidade é maior, a partir de uma determinada distância.

Acresce-se o facto da distância ao rio Tejo surgir associada às temperaturas médias de Verão e Inverno, traduzindo a sua influência negativa na morbilidade a partir de uma distância de 3 024 m.

Relativamente à faixa etária da população com mais de 75 anos, verifica-se que a variável percentagem de área edificada se apresenta como factor comum às diferentes combinações de temperaturas que se testaram. A influência da variável é negativa na explicação da morbilidade, para uma percentagem de área edificada inferior a 40% – ou seja, até 40% de área edificada, a morbilidade diminui. A dinâmica da variável é semelhante à situação relatada para a morbilidade dos anos quentes.

Outro parâmetro que surge com uma importância considerável é a distância ao rio Tejo. Para distâncias superiores a 3 024 m a morbilidade é afectada positivamente, isto é, aumenta consoante é maior a distância ao rio; o mesmo se verifica, apesar de com um peso inferior, para distâncias superiores a 1 558 m. A mesma variável explica o aumento da variável morbilidade, para distâncias inferiores a 3 024 m, conforme a distância ao Tejo aumenta. Desta forma, é notória a instabilidade na explicação desta variável de resposta com a distância ao rio. Tendo em conta que, como se pode observar pelos *buffers* da Figura 4.22, o perfil de distâncias ao rio atravessa freguesias muito heterogéneas e zonas da cidade com características muito específicas e particulares, como sendo a zona central, estes resultados não permitem tirar ilações consistentes com enfoque apenas neste parâmetro.

Análise Explicativa da variável de resposta Mortalidade

A análise dos padrões de mortalidade para a cidade de Lisboa teve por base os pressupostos especificados para a variável morbilidade. Os *outputs* referentes aos dados apresentados estão disponíveis na Tabela VI.8 do Apêndice VI.

Os resultados obtidos não foram tão consistentes como os apresentados para a morbilidade, pois a maioria apresenta valores de $r^2 < 0,70$. Tal facto, dever-se-á aos erros associados à variável, com origem na fonte, sendo por isso de difícil resolução.

A análise da mortalidade do ano de 2003 permitiu a consideração de algumas evidências, referente às temperaturas médias mensais, porém, novamente com pouca consistência dos resultados, como se pode verificar pelas equações obtidas.

MÉDIAS MENSAIS

FAIXA ETÁRIA 0 – 4 ANOS

Basis Functions

```
BF4 = max(0,12.8731 - ABR_MIN);
BF6 = max(0,11.243 - MAR_MIN);
BF7 = max(0,DISTCENTROGEOMLX - 3840.21);
BF8 = max(0,3840.21 - DISTCENTROGEOMLX);
BF10 = max(0,17.8412 - JUN_MIN);
BF11 = max(0,FEV_Méd - 13.5186);
BF12 = max(0,13.5186 - FEV_Méd);
BF13 = max(0,MAI_Méd - 19.6628);
BF14 = max(0,19.6628 - MAI_Méd);
BF15 = max(0,ÁREAVEVERDE - 3.5067e-007)
```

$$Y = 0.313026 - 1.48561 \cdot BF4 + 0.608163 \cdot BF6 - 0.000139623 \cdot BF7 - 4.83679e-005 \cdot BF8 + 1.08208 \cdot BF10 - 0.997429 \cdot BF11 + 0.250091 \cdot BF12 + 0.456067 \cdot BF13 - 0.230019 \cdot BF14 - 0.00117136 \cdot BF15$$

FAIXA ETÁRIA 5 – 14 ANOS

Basis Functions

```
BF1 = max(0,DISTMONSANTO - 3338.59);
BF4 = max(0,9.39444 - DECLIVE);
BF8 = max(0,18.0773 - SET_MIN);
BF9 = max(0,DISTRIO - 2351.51);
BF12 = max(0,55.3532 - ÁREAEDIFICADA);
BF13 = max(0,DISTCENTROGEOMLX-3507.88);
BF15 = max(0,ÁREAVEVERDE - 3.5067e-007)
```

$$Y = -0.000406154 + 4.19222e-005 \cdot BF1 + 0.00447866 \cdot BF4 + 0.0341881 \cdot BF8 - 1.07371e-005 \cdot BF9 - 0.00101564 \cdot BF12 - 9.00049e-006 \cdot BF13 + 0.000588004 \cdot BF15$$

FAIXA ETÁRIA 35 – 44 ANOS

Basis Functions

```
BF5 = max(0,MAR_MAX - 20.6552);
BF6 = max(0,20.6552 - MAR_MAX);
BF7 = max(0,DISTCENTROGEOMLX - 3951.12);
BF8 = max(0,3951.12 - DISTCENTROGEOMLX);
BF9 = max(0,ABR_MIN - 13.2075);
BF10 = max(0,13.2075 - ABR_MIN);
BF12 = max(0,38.5758 - ÁREAEDIFICADA);
BF13 = max(0,NOV_MAX - 20.8221);
BF15 = max(0,FEV_MAX - 17.414)
```

$$Y = -1.00099 - 2.79439 \cdot BF5 + 1.34089 \cdot BF6 - 0.000281763 \cdot BF7 - 9.03072e-005 \cdot BF8 - 1.28629 \cdot BF9 - 0.284574 \cdot BF10 - 0.0106129 \cdot BF12 + 1.26814 \cdot BF13 + 1.4015 \cdot BF15$$

A faixa etária mais jovem, entre os 0-4 anos apresenta como resultado das variações da mortalidade a temperatura mínima de Abril, com uma influência positiva – quanto maior o valor da temperatura, maior a mortalidade. À semelhança de padrões identificados na morbilidade, a distância ao centro geométrico de Lisboa, para distâncias superiores a 3 840 m, implica uma diminuição na mortalidade desta faixa etária.

Por sua vez, a mortalidade ocorrida em indivíduos com idades entre 5-14 anos surge associada à distância a Monsanto – para distâncias superiores a 3 339 m, a mortalidade aumenta, ficando por compreender a sua associação à variável para distâncias inferiores a 3 339 m. As restantes variáveis revelam importâncias reduzidas para se considerarem na explicação da mortalidade desta faixa etária.

A última faixa etária que se explica com resultados significativos corresponde a idades compreendidas entre 35-44 anos. A distância ao centro geométrico de Lisboa, para distâncias superiores a 3 951 m, influencia negativamente a mortalidade – ou seja, quanto maior a distância, menor a mortalidade; para distâncias inferiores a 3 951 m, a influência é oposta – quanto maior a distância ao centro geométrico de Lisboa, maior a mortalidade ocorrida.

4.4. DISCUSSÃO DE RESULTADOS E PROPOSTA DE MEDIDAS

Os resultados obtidos na secção anterior permitem consolidar a informação, na medida em que os padrões determinados são consonantes nas diferentes abordagens analisadas. Uma evidência que se destaca prende-se com o facto de as correlações determinadas através do coeficiente de Pearson terem sido confirmadas com a análise às relações de variáveis através do MARS. Desta forma, não existem grandes incongruências na informação resultante, prosseguindo-se, assim, com a síntese e discussão das evidências obtidas numa perspectiva global.

A análise exploratória permitiu conhecer, de forma generalista, a dinâmica da cidade de Lisboa ao nível das freguesias, em função da sua demografia e estado de saúde dos habitantes. Nesta medida, foram encontrados padrões que mostram uma maior incidência de episódios de morbilidade e mortalidade nas freguesias da zona central da cidade. As áreas urbanas periféricas agrupam-se homogeneamente entre si, apresentando tendências de menor morbilidade e mortalidade. É importante referir que estes agrupamentos coincidem com a tendência demográfica observada – as freguesias centrais são habitadas por população mais idosa, ao invés das periféricas que contemplam uma maioria populacional mais nova.

Paralelamente, a avaliação dos dados meteorológicos disponibilizados permitiu perceber que as estações meteorológicas apresentam tendências de temperaturas médias semelhantes, agrupando-se também com um padrão de dispersão idêntico – as estações mais distantes da área central da cidade apresentam temperaturas inferiores, enquanto as mais próximas apresentam temperaturas superiores.

Estes factos evidenciam a mesma tendência de dispersão para parâmetros diferentes – áreas com maior incidência de morbilidade e mortalidade, de um modo geral, são áreas onde as temperaturas que se fazem sentir são superiores.

Uma análise mais detalhada permite constatar uma cidade com elevado grau de impermeabilização do solo e, conseqüentemente, muito pobre em áreas verdes. Lisboa é uma área urbana bastante consolidada com graves problemas de ordenamento do território, que se traduzem nestes parâmetros físicos – acresce ainda o facto de ser uma “massa” com enorme capacidade de armazenamento de energia, como referido por Lopes (2003).

A avaliação da dinâmica das temperaturas de Lisboa conduziu a resultados interessantes, completamente relacionados com o espaço físico da cidade. Na generalidade dos casos, o padrão de evolução de temperaturas é influenciado pela distância à serra de Monsanto e ao rio Tejo – dois elementos muito importantes na regulação climática.

Quer as temperaturas de Verão, quer de Inverno, evidenciaram uma tendência geral – conforme a distância a Monsanto aumenta, menor é a temperatura; a partir de uma determinada distância, a temperatura tende também a diminuir. Importa, contudo, mencionar que a este ponto de inflexão não está associada sempre a mesma distância, variando com a estação do ano e o período do dia. O mesmo se aplica em relação à distância ao rio Tejo. Considera-se, assim, a possibilidade de existirem dinâmicas climáticas específicas em determinados locais da cidade a que estejam associados microclimas – que, naturalmente, carecem de um estudo local aprofundado e que não podem ser explicados apenas com esta análise.

Contudo, é inegável a influência do efeito de ICU em Lisboa – as temperaturas aumentam no sentido do centro da cidade, com freguesias mais consolidadas e densamente povoadas, sendo inferiores nas zonas periféricas ou próximas ao maciço de Monsanto ou ao rio.

Tendo conhecimento do comportamento das variáveis que se associam à ocorrência de ilha de calor, e pretendendo associá-lo a padrões de morbilidade e mortalidade, a investigação possibilitou a obtenção das considerações expostas em seguida.

A explicação dos padrões de morbilidade e mortalidade foi conseguida, essencialmente, para duas classes etárias específicas, às quais está associada uma maior vulnerabilidade às temperaturas extremas – os mais novos e os mais idosos.

À semelhança do exposto para as temperaturas, a distância à serra de Monsanto e ao Tejo surge com elevada importância na explicação dos padrões das variáveis de resposta em análise. A ocorrência de episódios de morbilidade e mortalidade é tanto maior consoante as distâncias referidas são superiores, até um determinado ponto de inflexão – tal, como considerado anteriormente. Assim, evidencia-se que, a proximidade ao centro da cidade influencia positivamente estas variáveis.

Um parâmetro que emerge nesta análise com alguma relevância é, precisamente, a distância ao centro geométrico da cidade, local onde o efeito de ICU se fará sentir com maior intensidade – até determinada distância, a morbilidade e mortalidade aumentam, verificando-se a sua diminuição a partir desse ponto, com a proximidade à orla periférica do concelho.

Relativamente ao espaço urbano, e como já foi referido, Lisboa apresenta uma elevada percentagem de área edificada e de superfície impermeabilizada. Estes factores também são determinantes nos padrões de morbilidade e mortalidade registados na cidade. As áreas com maior grau de impermeabilização são áreas nas quais se registam mais ocorrências deste tipo, a par das áreas mais edificadas. Contudo, este último parâmetro não é tão estável no que concerne aos resultados obtidos, pois para valores relativamente baixos (até cerca de 40% de área edificada) a morbilidade, especialmente, diminui. Tal facto, poderá estar relacionado com o

efeito “amenizador” destas áreas em períodos de temperaturas mais baixas, pois facilmente acumulam mais energia e actuam como agente diminuidor do risco associado ao frio.

Na procura das variáveis que melhor explicam o estado de saúde da população, surgem inevitavelmente as temperaturas. Como verificado, a morbilidade tende a aumentar consoante é maior a temperatura máxima de Verão e média mensal de Junho. Neste contexto, é inevitável dissociar estas duas variáveis.

Por outro lado, surgem, inesperadamente, temperaturas de períodos tipicamente mais frios associadas a aumentos de morbilidade e mortalidade. Em relação a estas variáveis de resposta, o aumento da temperatura média de Fevereiro, da mínima de Abril e da máxima de Outubro implica o aumento do número de episódios ocorridos.

A referida associação pode ser explicada pelo facto das estações do ano estarem, naturalmente, interligadas. Desta forma, a existência de temperaturas mais elevadas nos meses referidos poderá prever ou determinar a existência de períodos mais quentes ao longo do ano, com temperaturas extremas, ou anormais para uma determinada estação, que incorrem assim num risco elevado para a população.

Em suma, a cidade é um corpo dinâmico que, naturalmente, conduz a alterações locais do clima. É explícita a sua influência na distribuição das temperaturas e, consequentemente, na contribuição para a formação de ICU. A existência e permanência deste fenómeno urbano relaciona-se com os padrões de distribuição da morbilidade e mortalidade, criando zonas da cidade onde estes episódios são mais frequentes.

Proposta de medidas

A proposta seguidamente apresentada contempla acções detalhadas a desenvolver no sentido de alterar e minimizar a influência das variáveis que se apresentam como determinantes no efeito de ICU e na saúde da população de Lisboa.

As sugestões consideradas são consequência dos resultados obtidos neste estudo que, tendo evidenciado factos de extrema relevância, despoletaram, adicionalmente, novas e interessantes questões de investigação. Serão, portanto, referidas, de forma generalista, medidas que podem ser implementadas para alteração das variáveis que assumem um papel determinante no estado de saúde da população – área edificada e área impermeabilizada. Sugerem-se, também, propostas de investigações futuras que dêem resposta às limitações encontradas.

Não sendo possível deslocar os blocos de edifícios e ordenar o espaço com regras de planeamento que minimizem estes efeitos, existe um enorme potencial de recuperação do edificado. A sua recuperação deve obedecer a princípios de construção sustentável, aumentando a eficiência energética dos edifícios, que contribuirá para melhorar a habitabilidade e qualidade de vida das populações. Esta medida permite, ainda, diminuir o consumo energético para climatização e, fundamentalmente, o risco de exposição da população a temperaturas extremas.

A impermeabilização dos solos altera a dinâmica climática da cidade, pelas mudanças implicadas no ciclo da água. Aliado ao facto de Lisboa ter uma percentagem de área verde muito reduzida, considera-se que, analisando estes dois parâmetros, é possível destacar uma área conjunta de actuação. Ao incrementar a área verde ao nível dos bairros, criam-se zonas permeáveis. Desta forma a água percorre o seu ciclo natural, podendo actuar como agente regulador da temperatura – no Verão e no Inverno – e mitigador dos impactes das zonas impermeabilizadas.

Conhecendo a relação entre uma área verde e a diminuição que incorre na temperatura, será possível projectar espaços verdes de extensão adequada que potenciem a diminuição dos graus centígrados necessários para amenizar o clima local de determinadas zonas urbanas, principalmente nos períodos de mais calor.

Adicionalmente, é possível contemplar a introdução de medidas simples e eficazes, como a utilização de materiais de construção com características térmicas adequadas, tintas reflectantes e introdução de coberturas verdes. A pavimentação de vias e parques de estacionamento pode considerar a utilização de materiais reflectantes ou de cores claras, que apresentam valores de albedo superiores.

Considera-se, ainda, que é de extrema importância incrementar a sustentabilidade da rede de transportes, para que as ligações entre as diferentes modalidades sejam eficazes e suficientemente satisfatórias, promovendo a transição do transporte particular para o transporte público no espaço urbano. Reduzindo o número de veículos em circulação na cidade e incentivando a mobilidade eléctrica, promove-se uma melhoria da qualidade do ar, a par da redução de um dos maiores *inputs* de energia do balanço energético urbano.

A criação de zonas de sombra, com “pontos de frescura” que disponham de água ou assentos, permite e estimula a circulação pedestre, tornando-a mais agradável e atractiva em relação ao uso dos transportes, públicos ou particulares. Estes pontos assumem particular interesse nas áreas de maior circulação pedestre e nas paragens e pontos de ligação das diferentes redes de transportes públicos

Para que as medidas sejam implementadas com sucesso é necessário envolver *stakeholders*, com especial destaque para a população. Tendencialmente, e tendo em conta que desconhecem a temática, as suas implicações e, consequentemente, a necessidade de implementação de medidas mitigadoras, torna-se prioritário

transmitir a informação. Para tal, é fundamental que se crie um suporte, através do qual se permita o envolvimento da população. Sugere-se, desta forma, a criação de fóruns, debates e sessões de esclarecimento abertos à comunidade. Ao envolver e informar as pessoas, principais beneficiadoras das medidas a implementar, facilita-se o processo de mudança, evitando reacções adversas ao mesmo e permitindo o sucesso e eficácia das acções conduzidas.

As novas questões de investigação que resultam do estudo estão associadas às temperaturas dos meses mais frios, bem como à existência de diversos pontos de inflexão associados às variáveis distância a Monsanto e distância ao rio.

Assim, considera-se fundamental compreender a influência da sazonalidade nas ocorrências de morbilidade e mortalidade. Para que se distinga a influência das temperaturas extremas baixas da influência das temperaturas extremas altas, é necessário aplicar a metodologia considerando os dados de morbilidade e mortalidade por semestre, ou, preferencialmente, por mês.

As variáveis de distância a Monsanto e distância ao rio evidenciaram um comportamento instável, manifestando a possibilidade de existência de padrões climáticos muito específicos em determinadas zonas da cidade, consoante a época do ano. Desta forma, e para que se compreenda o verdadeiro comportamento do clima da cidade de Lisboa e o efeito da ICU, em toda a sua plenitude, é importante efectuar estudos climáticos de âmbito local.

Considera-se que, apenas com o esclarecimento destas nuances, se pode compreender na totalidade a dinâmica climática urbana da cidade de Lisboa e, assim, propor medidas de actuação que sejam consistentes e eficazes.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A realização deste estudo contemplou a exploração de um grande conjunto de dados que evidenciou a existência de um elevado número de correlações significativas entre as variáveis, tornando, à partida, a análise bastante complexa. Porém, considera-se que a existência de muitas associações de variáveis possibilitou a determinação de padrões importantes no seu comportamento, permitindo que os resultados fossem consistentes.

Nesta medida, o efeito de ICU é um fenómeno muito complexo, que exige uma análise cuidada e detalhada dos inúmeros e diferentes parâmetros que a constituem. Tal facto torna-se evidente na medida em que os resultados obtidos apresentaram novas hipóteses de investigação, que redireccionam o sentido da investigação.

As evidências determinadas através do estudo realizado permitiram identificar as seguintes ideias chave. A dinâmica climática da cidade está intimamente associada a dois agentes principais – serra de Monsanto e rio Tejo. A relação destes elementos naturais com o clima urbano é fortemente evidenciada pelos benefícios observados no estado de saúde das populações, especialmente nas freguesias circundantes a estas áreas.

A influência destes elementos na cidade apresenta algumas variações, traduzidas nas equações obtidas com a metodologia aplicada, que se fazem sentir em pontos específicos – aparentando linhas de viragem, sobre as quais se carece de informação suficiente para sustentar uma explicação. Desta forma, ressalva-se a importância de realizar estudos climáticos locais que avaliem a existência de microclimas responsáveis por padrões climáticos específicos destas áreas.

A associação de episódios de morbilidade e mortalidade a temperaturas baixas, facto que não se considerou inicialmente, sugeriu que o período de Inverno poderá ter um contributo importante no total de episódios anuais registados. Torna-se, assim, necessário analisar a relação com temperaturas altas dissociada da relação com temperaturas baixas, para que se compreenda de forma independente a verdadeira interacção destes parâmetros.

A metodologia definida para esta investigação é reprodutível a outras áreas de estudo, sendo que se ressalva o facto de se poder melhorar o seu desempenho, caso se incremente o número de pontos com medição de temperaturas na cidade. As lacunas existentes no que concerne à disponibilidade deste tipo de informação dificultam a obtenção de uma caracterização rigorosa da distribuição das temperaturas na área urbana.

Assim, considera-se que, apesar dos resultados obtidos serem satisfatórios, é possível aperfeiçoar a metodologia de extrapolação de temperaturas, contemplando outros parâmetros que se revelam importantes para a sua dinâmica – como por exemplo, o efeito da altitude.

A temática abordada neste estudo constitui uma área de investigação com elevado potencial, pois, apesar de ser um fenómeno documentado na comunidade científica, tem evoluído e implicado efeitos de maior magnitude. Neste contexto, considera-se que, futuramente, podem ser realizados estudos que contemplem unidades espaciais mais pequenas – sendo um fenómeno urbano, terá implicações diferentes em áreas distintas da cidade, ao nível de freguesias ou bairros.

Finalmente, seria importante considerar todas as causas associadas aos episódios de morbilidade e mortalidade, com vista a perceber, numa perspectiva global e comparativa, a magnitude dos efeitos associados às temperaturas extremas.

BIBLIOGRAFIA

Agência Europeia do Ambiente. (2010). The European Environment - The State and Outlook 2010, Adapting to Climate Change. Luxemburgo. Publications Office of the European Union.

Agência Portuguesa do Ambiente. (2010). *Políticas de Ambiente - Ambiente e Saúde*. Obtido em 6 de Novembro de 2010, de Agência Portuguesa do Ambiente - Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território. <http://www.apambiente.pt/POLITICASAMBIENTE/AMBIENTESAUDE/Paginas/default.aspx>

Akbari, H., Davis, S., Dorsano, S., Huang, J., & Winnett, S. (2009). *Cooling our Communities. A Guidebooks on Tree Planting and Light-Colored Surfacing*. Berkeley, Califórnia. Lawrence Berkeley National Laboratory.

Alcoforado, M. (1993). *O Clima da Região de Lisboa - Contrastes e Ritmos Térmicos*. Universidade de Lisboa. Centro de Estudos Geográficos.

Alcoforado, M., & Andrade, H. (2007). Clima e Saúde na cidade. Implicações para o Ordenamento. *A Saúde na Área Metropolitana de Lisboa*, pp. 99-118.

Alcoforado, M., Andrade, H., Lopes, A., & Vasconcelos, J. (2009). Application of climate guidelines to urban planning - The example of Lisbon (Portugal). *Landscape and Urban Planning - Volume 90*, pp. 56-65.

Alcoforado, M., Lopes, A., Andrade, H., & Vasconcelos, J. (2005). *Orientações Climáticas para o Ordenamento em Lisboa*. Lisboa. Centro de Estudos Geográficos da Universidade de Lisboa.

Baumüller, J., Hoffmann, U., & Reuter, U. (2008). *Climate Booklet for Urban Development - References for Zoning and Planning*. Stuttgart, Alemanha. Ministry of Economy Baden-Wuerttemberg.

Borchert, J., Bailey, W., Dolan, R., Gerlach, A., James, P., Patton, C., et al. (1971). *Geographical Perspectives and Urban Problems. A symposium organized by the Committee on Geography of the Division of Earth Sciences*. Washington D.C.. National Academy of Sciences.

Botelho, J., Catarino, J., Carreira, M., Calado, R., Nogueira, P., Paixão, E., et al. (2004). *Onda de calor de Agosto de 2003. os seus efeitos sobre a mortalidade da população portuguesa*. Lisboa. Direcção Geral de Saúde - Direcção dos Serviços de Informação e Análise; Instituto Nacional de Saúde Dr. Ricardo Jorge - Observatório Nacional de Saúde.

Bramwell, P., Lochhead, W., Goldthorpe, M., Reeder, T., Nunn, G., Collins, G., et al. (2007). *Adapting to climate change. a case study companion to the checklist for development*. Londres. London Climate Change Partnership.

Câmara Municipal de Lisboa. (2010a). Obtido em 10 de Agosto de 2010, de Direcção Municipal de Planeamento Urbano - Plano Director Municipal de Lisboa. <http://pdm.cm-lisboa.pt/default.aspx>

Câmara Municipal de Lisboa. (2010b). *História da Cidade de Lisboa*. Obtido em 10 de Agosto de 2010, de Departamento de Turismo de Lisboa - Site Oficial. <http://www.lisboa-cidade.com/lx/index99pt.asp?pa=ptihist.htm>

Câmara Municipal de Lisboa. (2010c). *Município - História*. Obtido em 15 de Dezembro de 2010, de Câmara Municipal de Lisboa. <http://www.cm-lisboa.pt/?idc=4>

Cartalis, C. (2006). Comunicação Oral. Current State of Policies in Europe. *International Workshop on Countermeasures to Urban Heat Islands Secretariat*. Tokio.

CdR 163/2007. (2007). Carta de Leipzig sobre as Cidades Europeias Sustentáveis. Leipzig, Reunião informal dos Ministros responsáveis pelo Desenvolvimento Urbano e Coesão Territorial.

Coelho, E., Carvalho, A., Costa, A., A., M., Martins, A., Santos, A., et al. (2005). *Evolução das Tipologias Construtivas em Portugal*. Obtido em Setembro de 2010, de Departamento de Estruturas - Núcleo de Engenharia Sísmica e Dinâmica de Estruturas. http://www-ext.lnec.pt/LNEC/DE/NESDE/divulgacao/evol_tipol.html

Costa, J. (2006). *Bairro de Alvalade - Um Paradigma no Urbanismo Português*, 3ª Edição. Lisboa. Livros Horizonte, Lda.

Decisão 2002/358/CE. (s.d.). de 25 de Abril. *Aprovação do Protocolo de Quioto da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre as alterações climáticas* . Jornal Oficial nº L 130, de 15-05-2002. Conselho Europeu.

Dessai, S. (2002). Heat stress and mortality in Lisbon Part I. model construction and validation. *Internacional Journal of Biometeorology -Volume 47* , pp. 6-12.

Direcção Geral de Geologia e Energia. (2008). Portugal Eficiência 2015 - Plano Nacional de Acção para a Eficiência Energética. (p. Apresentação da Versão para Discussão Pública). Lisboa. Ministério da Economia e da Inovação.

Direcção Geral de Saúde. (2004). *Plano de Contingência para Ondas de Calor*. Ministério da Saúde.

Directiva 2002/91/CE, de 16 de Dezembro. Jornal Oficial das Comunidades Europeias. Parlamento Europeu e Conselho.

Directiva COM(2003), de 10 de Dezembro. Comissão das Comunidades Europeias. Parlamento Europeu e Conselho.

Directiva COM(2006)545, de 19 de Outubro. Comissão das Comunidades Europeias. Parlamento Europeu e Conselho.

Directiva COM(2008)30, de 23 de Janeiro. Comissão das Comunidades Europeias. Parlamento Europeu e Conselho.

Domingos, J. (2009a). *Comunicação Oral. Factores Climáticos no Planeamento Urbano - Novas Ferramentas e Metodologias*. Lisboa. Agência Municipal de Energia e Ambiente de Lisboa.

Domingos, J. (2008). *Comunicação Oral. Fundamentos Científicos e Técnicos da Estratégia Energético-Ambiental para Lisboa e suas Limitações*. Lisboa. Agência Municipal de Energia e Ambiente de Lisboa.

Domingos, J. (2009b). *Comunicação Oral. Lisbon Urban Heat Island - Urban Planning and Risks*. Lisboa. Agência Municipal de Energia e Ambiente de Lisboa.

Friedman, J. (1991). Multivariate Adaptive Regression Splines. *The Annals of Statistics - Volume 19, Nº 1* , pp. 1-67.

George, F., Castanheira, J., Martins, J., Laranjeira, A., Rodrigues, B., & Rios, T. (2007). *Health in Portugal 2007*. Lisboa. Direcção Geral de Saúde - Ministério da Saúde.

Golden, J., Carlson, J., Kaloush, K., & Phelan, P. (2007). A comparative study of the thermal and radiative impacts of photovoltaic canopies on pavement surface temperatures. *Solar Energy - Volume 81* , pp. 872-883.

Grimmond, C., & Oke, T. (1998). Heat Storage in Urban Areas. Local-Scale Observations and Evaluation of a Simple Model. *Journal of Applied Meteorology - Volume 38* , pp. 922-940.

Grupo de Ordenamento do Território. *O Ordenamento do Território em Portugal*. Lisboa. Instituto Geográfico Português.

Hamdi, R., Deckmyn, A., Termonia, P., Demarée, G. R., Baguis, P., Vanhuyse, S., et al. (2008). Effects of Historical Urbanization in the Brussels Capital Region on Surface Air Temperature Time Series. A Model Study. *Journal of Applied Meteorology and Climatology - Volume 48* , 2181-2196.

Harlan, S., A., B., Prashad, L., Stefanov, W., & Larsen, L. (2006). Neighborhood microclimates and vulnerability to heat stress. *Social Science and Medicine - Volume 63* , pp. 2847-2863.

He, J., Liu, J., Zhuang, D., Zhang, W., & Liu, M. (2007). Assessing the land use/ land cover change on the change of urban heat island intensity. *Theoretical and Applied Climatology* , 217-226.

Hitchcock, D. (2007). Comunicação Oral. Urban Heat Island Policies. *State Clean Energy-Environment Technical Forum*. Houston, Texas. Houston Advanced Research Center.

Hitchcock, D. (2004). *Cool Houston! A Plan for Cooling the Region*. Houston, Texas. Houston Advanced Research Center.

Hollander, A., & Staatsen, B. (2003). Health, environment and quality of life. an epidemiological perspective on urban development. *Landscape and Urban Planning, Volume 65* , pp. 53-62.

Howard, L. (1820). *The Climate of London. deduced from meteorological observations, made at different places in the neighbourhood of the metropolis. In two volumes. Vol.II.* London. W. Phillips.

Katsoulis, B., & Theoharatos, G. (1985). Indications of the Urban Heat Island in Atenas, Greece. *Journal of Climate and Applied Meteorology - Volume 24* , 1296-1302.

Kikegawa, Y., Genchi, Y., Kondo, H., & Hanaki, K. (2006). Impacts of city-block-scale counter measures against urban heat island phenomena upon a building's energy consumption for air-conditioning. *Applied Energy, Volume 83* , pp. 649-668.

Landsberg, H. (1981). *The Urban Climate.* Academic Press, New York.

Lopes, A. (2003). *Modificações no Clima de Lisboa como Consequência do Crescimento Urbano - Vento, Ilha de Calor de Superfície e Balanço Energético.* Faculdade de Letras da Universidade de Lisboa - Tese de Doutoramento em Geografia Física.

Lowry, W. (1977). Empirical Estimation of Urban Effects on Climate. A Problem Analysis. *Journal of Applied Meteorology - Volume 16* , pp. 129-135.

Luley, C., & Bond, J. (2002). *A Plan to Integrate Management of Urban Trees into Air Quality Planning. A Report to the North East State Foresters Association.* Albany, NY. New York State Department of Environmental Conservation.

Memon, R., Dennis, Y., & Liu, C. (2007). A review on the generation, determination and mitigation of Urban Heat Island. *Journal of Environmental Sciences* , 120-128.

Metz, B., Davidson, O., Bosch, P., Dave, R., & Meyer, L. (2007). *IPCC Fourth Assessment Report. Climate Change 2007 (AR4) - Mitigation on Climate Change (Working Group III).* U.S.A.

Monteiro, A. (1998). *O Clima Urbano do Porto. Contribuição para a definição das estratégias de planeamento e ordenamento do território.* Fundação Caloust Gulbenkian.

NASA. (2010). *National Aeronautics and Space Administration.* Obtido em 22 de Agosto de 2010, de GISS Surface Temperature Analysis. <http://data.giss.nasa.gov/gistemp/tabledata/GLB.Ts.txt>

Nogueira, H. (2008). *Os lugares e a saúde. Investigação em Geografia da Saúde*. Coimbra. Coimbra Editora.

Nogueira, H. (2009). Vulnerabilidades do ambiente local - impactes no estado de saúde auto-avaliado da população residente na Área Metropolitana de Lisboa. *INE - Revista de Estudos Demográficos nº 43* , pp. 5-18.

Nogueira, P. (2003). *Como fazemos as estimativas do excesso de óbitos numa onda de calor; Observações Nº20* . Observatório Nacional de Saúde.

Nogueira, P. (2010). *Instituto Nacional de Saúde Dr. Ricardo Jorge*. Obtido em Janeiro de 2011, de ÍCARO.

<http://www.insa.pt/sites/INSA/Portugues/AreasCientificas/Epidemiologia/Unidades/UnInstrObser/Paginas/ICARO.aspx>

Nogueira, P., Nunes, A., Nunes, B., Falcão, J., & Ferrinho, P. (2009). Internamentos hospitalares associados à onda de calor de Agosto de 2003. evidências de associação entre morbilidade e ocorrência de calor. *Revista Portuguesa de Saúde Pública, Volume 27 - nº2 Julho/Dezembro 2009* , pp. 87-102.

Nunez, M., & Oke, T. (1976). The Energy Balance of an Urban Canyon. *Journal of Applied Meteorology - Volume 16* , 11-19.

Oke, T. (1987). *Boundary Layer Climates - Second Edition*. Taylor & Francis, Ltd.

Oke, T., Johnson, G. T., Steyn, D., & Watson, I. (1991). Simulation of Surface Urban Heat Islands Under 'Ideal' Conditions at Night - Part 2. Diagnosis of causation. *Boundary-Layer Meteorology - Volume 56* , pp. 339-358.

Oliveira, I. (2010). Mortalidade. Compressão, Deslocamento e Causas de Morte (Portugal 1950-2005). *INE - Revista de Estudos Demográficos nº48* , pp. 35-62.

Omran, A. (1971). The Epidemiologic Transition. A Theory of the Epidemiology of Population Change. *The Milbank Memorial Fund Quarterly, Volume 49 - Nº4, Parte 1* , pp. 509-538.

Organização Internacional para as Migrações. (2009). *IOM Policy Brief - Migration, Climate Change and the Environment*. Suíça.

Paixão, E., & Nogueira, P. (2003). Efeitos de uma onda de calor na mortalidade. *Revista Portuguesa de Saúde Pública - Volume 21, Nº1 (Janeiro/Junho 2003)* , pp. 41-54.

Parecer 2006/C 115/20. Parecer do Comité das Regiões sobre "O contributo das autarquias locais e regionais para o combate às alterações climáticas". Jornal Oficial da União Europeia. Comité das Regiões.

Pinho, O., & Orgaz Manso, M. D. (2000). The Urban heat island in a small city in coastal Portugal. *International Journal of Biometeorology* , 198-203.

Ramlow, J., & Kuller, L. (1988). Effects of the Summer Heat Wave of 1988 on Daily Mortality in Allegheny County, PA. *Public Health Reports - May-June 1990, Volume 105 Nº3* , pp. 283-289.

Resolução do Conselho de Ministros nº1/2008, de 4 de Janeiro. *Diário da República, 1ª série - nº3* . Presidência do Conselho de Ministros. Lisboa.

Resolução do Conselho de Ministros nº104/2006, de 31 de Julho. *Diário da República, 1ª Série - nº 162* . Presidência do Conselho de Ministros. Lisboa.

Resolução do Conselho de Ministros nº80/2008, de 17 de Abril. Presidência do Conselho de Ministros. Lisboa.

Rooney, C., McMichael, A., Kovats, R., & Coleman, M. (1998). Excess mortality in England and Wales, and in Greater London, during the 1995 heatwave. *Journal of Epidemiology and Community Health, Volume 52* , pp. 482-486.

Sá, R., Varela, A., Oliveira, A., Ramalheira, F., & Laia, C. (2005). *Matriz Energética do Concelho de Lisboa*. Lisboa. Lisboa E-Nova - Agência Municipal de Energia-Ambiente de Lisboa.

Santana, P., Costa, C., Santos, R., & Loureiro, A. (2010). O papel dos Espaços Verdes Urbanos no bem-estar e saúde das populações. *INE - Revista de Estudos Demográficos nº48* , pp. 5-33.

Secretariado das Nações Unidas. (2009). *World Urbanization Prospects. The 2009 Revision Population Database*. Obtido em 5 de Janeiro de 2011, de Divisão de População - Departamento dos Assuntos Económicos e Sociais. <http://esa.un.org/wup2009/unup/>

Silva, F. (2004). *Ventilação Natural de Edifícios - Turbulência Atmosférica*. Laboratório Nacional de Engenharia Civil - Tese de Doutoramento em Engenharia Mecânica.

U.S.Energy Information Administration. (2010). *International Energy Outlook 2010*. Washington, D.C.. U.S.Department of Energy.

USEPA. (2008b). *Reducing Urban Heat Island. Compendium of Strategies – Cool Pavements*. U.S.A.. United States Environmental Protection Agency.

USEPA. (2008a). *Reducing Urban Heat Island. Compendium of Strategies – Cool Roofs*. U.S.A.. United States Environmental Protection Agency.

USEPA. (2008c). *Reducing Urban Heat Island. Compendium of Strategies – Green Roofs*. U.S.A.. United States Environmental Protection Agency.

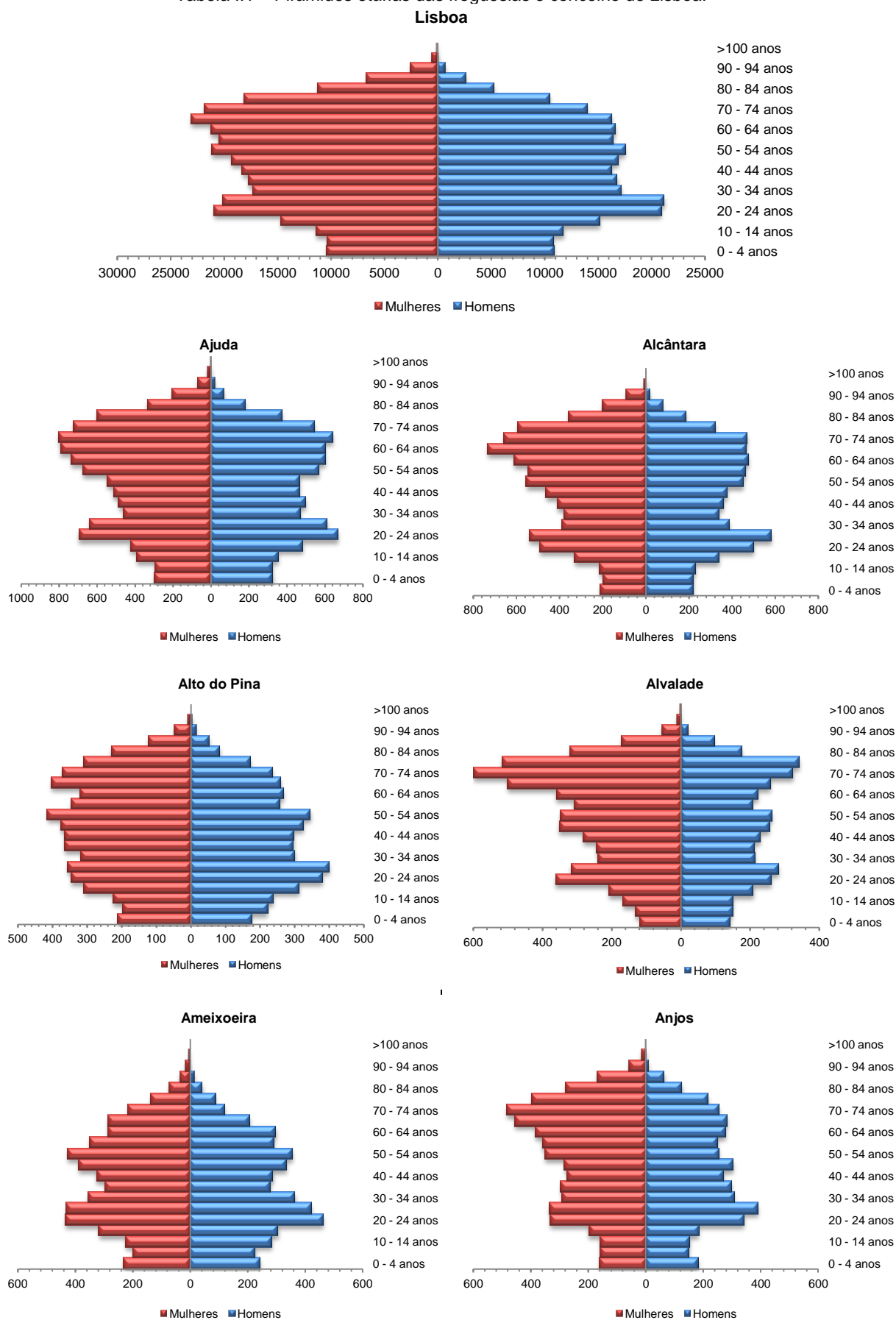
USEPA. (2008d). *Reducing Urban Heat Island. Compendium of Strategies - Urban Heat Island Basics*. U.S.A.. United States Environmental Protection Agency.

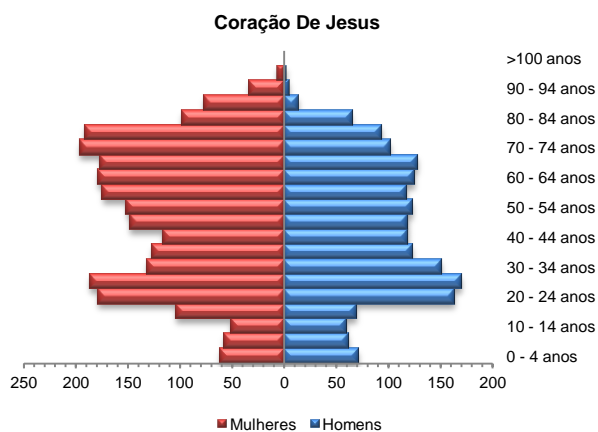
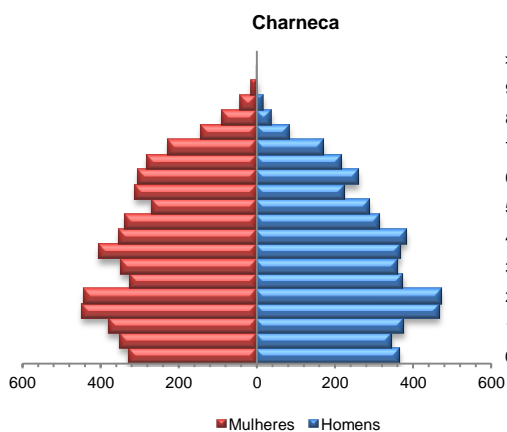
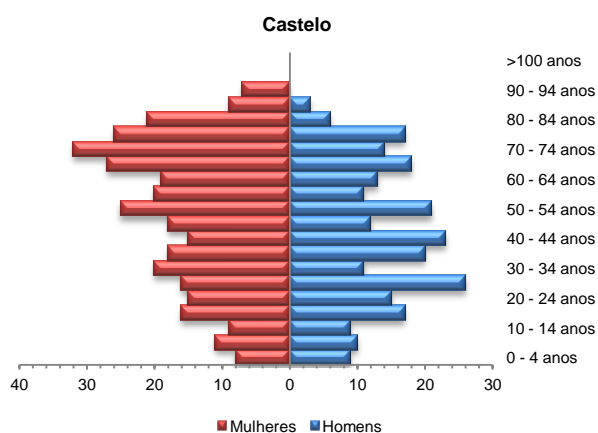
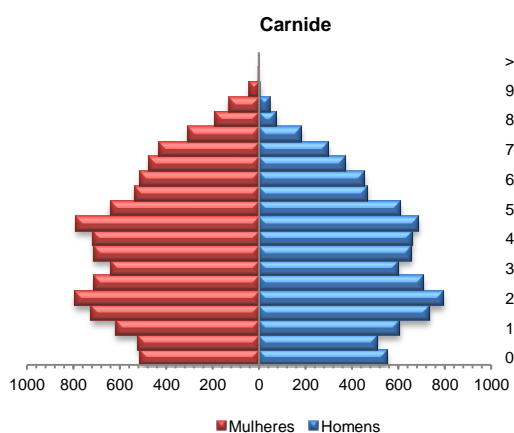
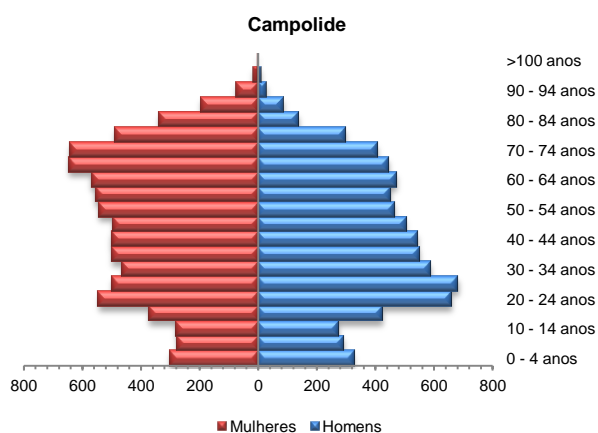
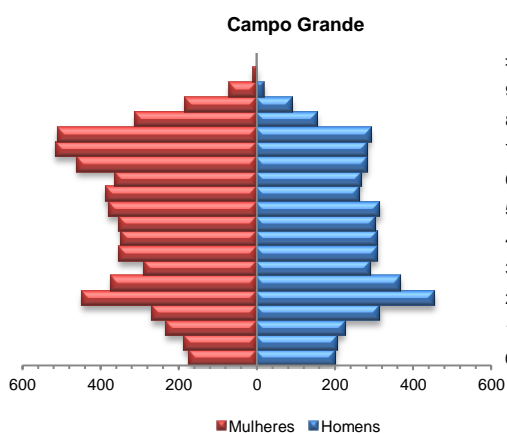
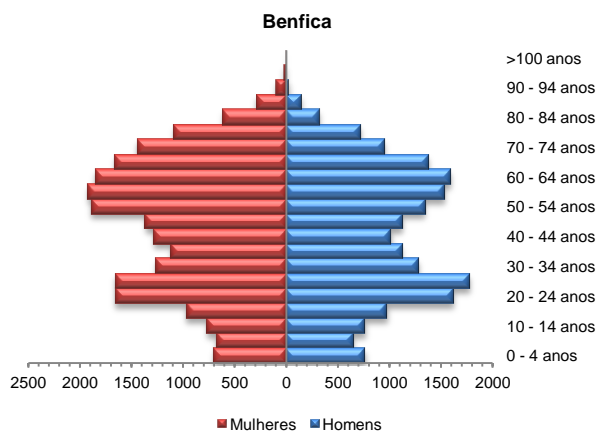
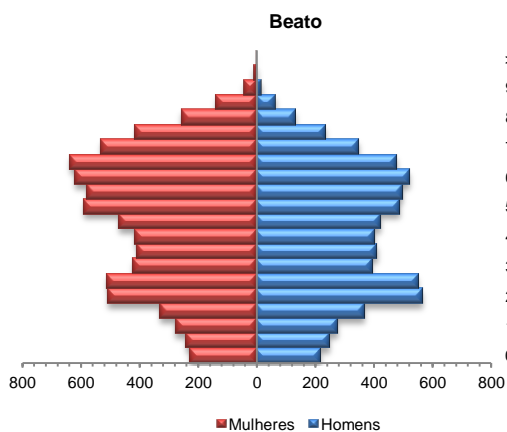
Worldmapper. (2010). *Worldmapper*. Obtido em 10 de Janeiro de 2011, de Worldmapper - The World as you've never seen it before. <http://www.worldmapper.org/index.html>

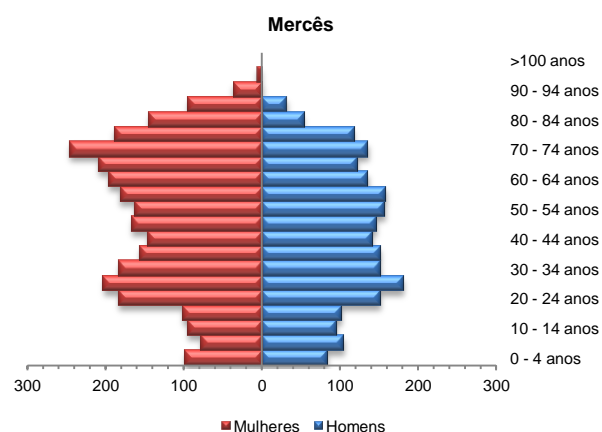
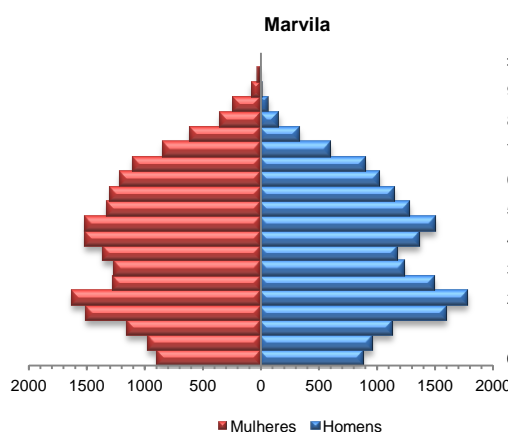
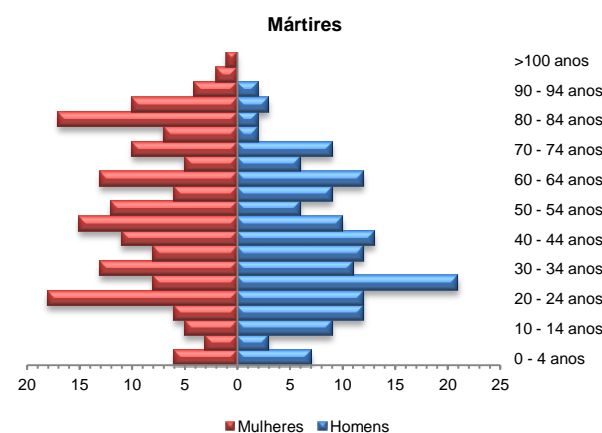
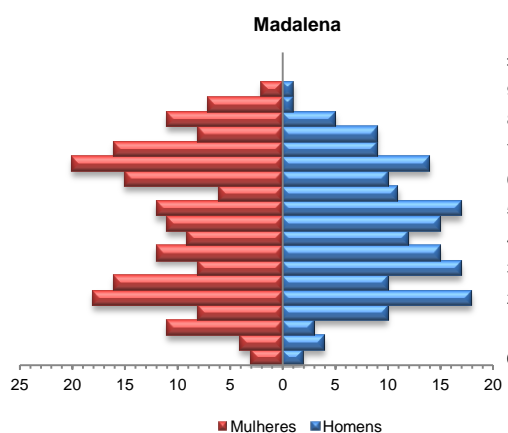
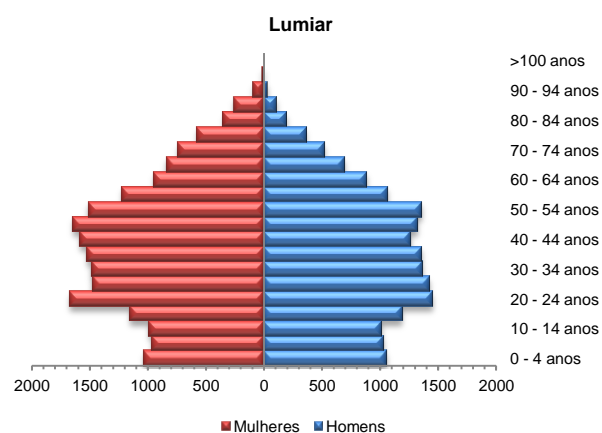
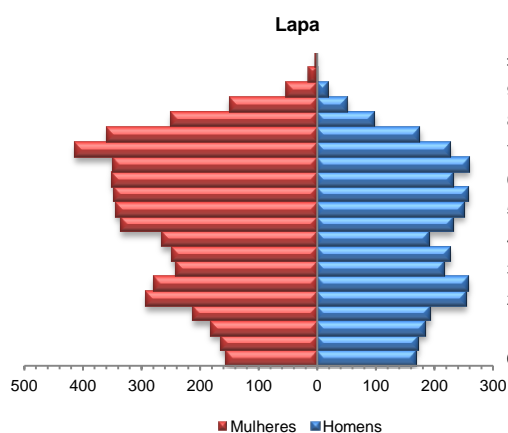
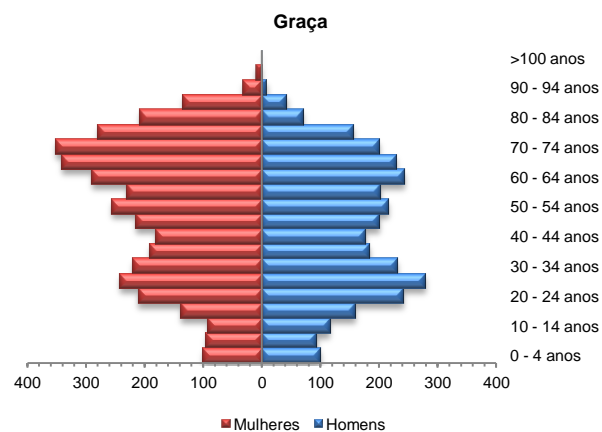
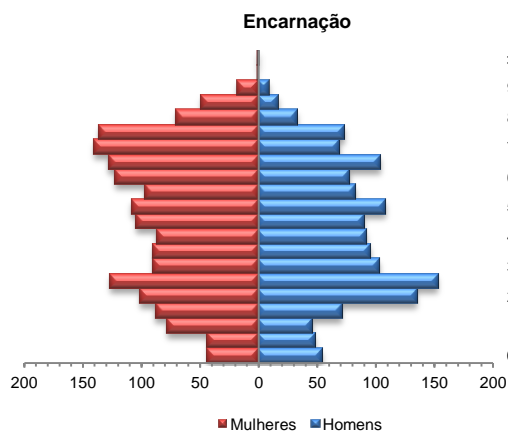
Xerez, R. (2008). Dinâmicas do Território. Centralidades e Gentrificação na Área Metropolitana de Lisboa. *VI Congresso Português de Sociologia - Mundo Sociais. Saberes e Práticas*. Lisboa.

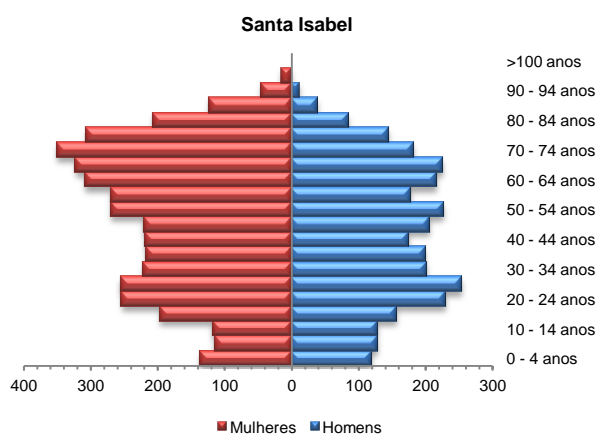
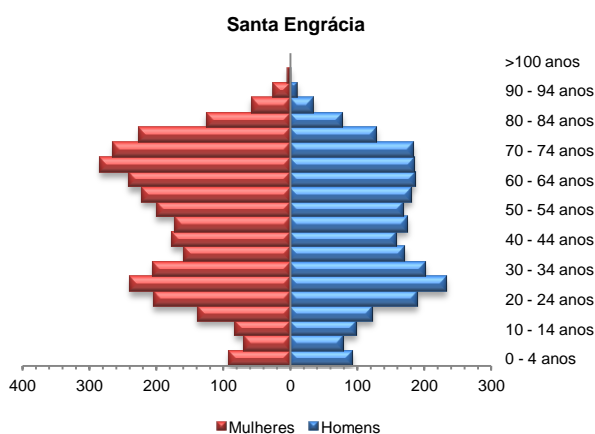
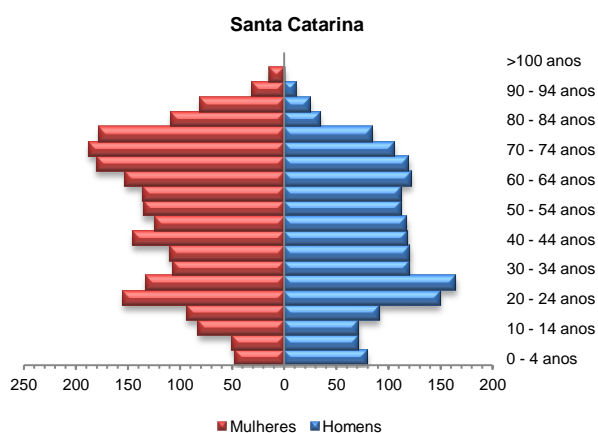
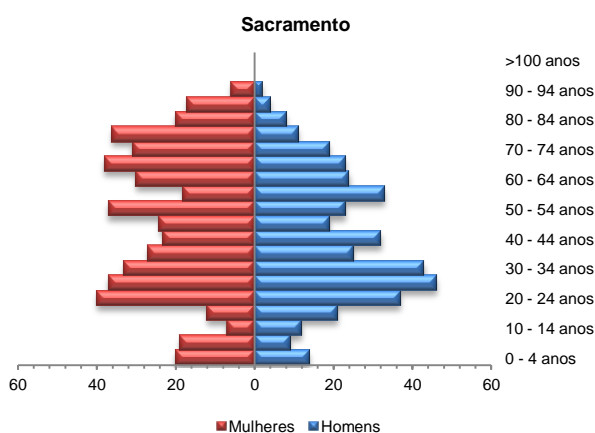
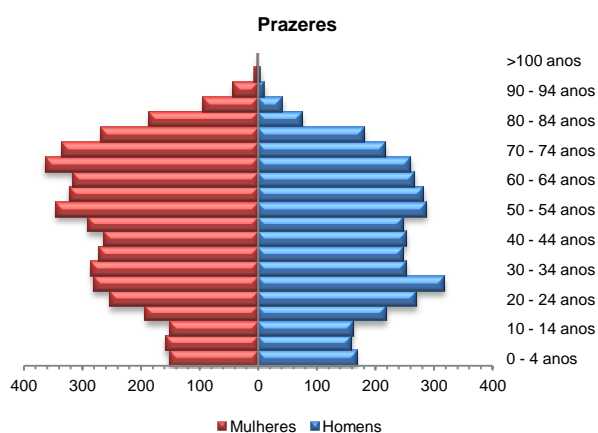
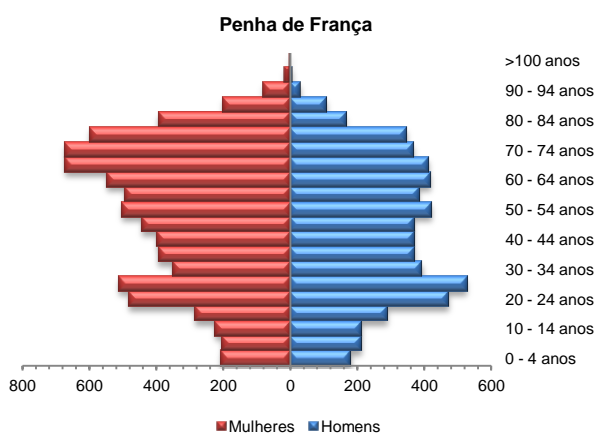
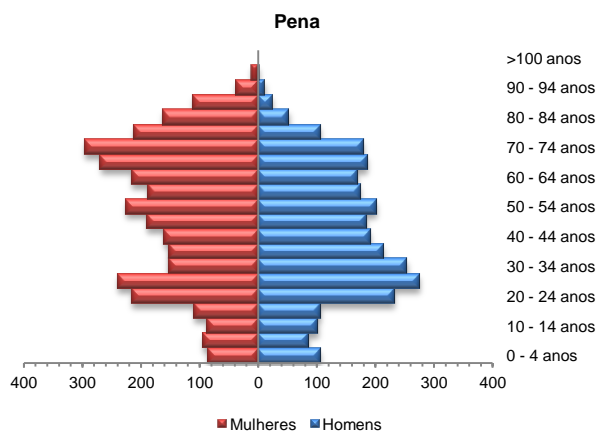
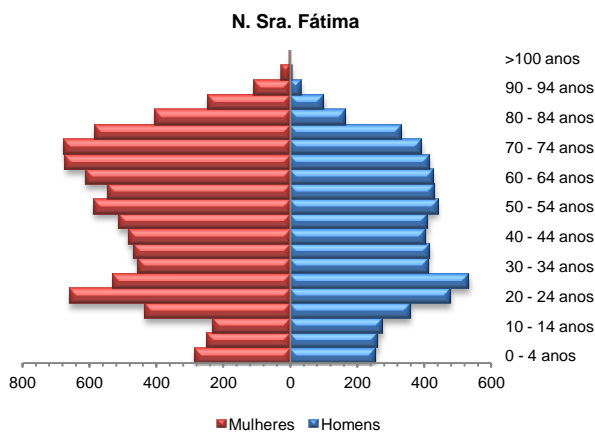
APÊNDICE I – DADOS DEMOGRÁFICOS

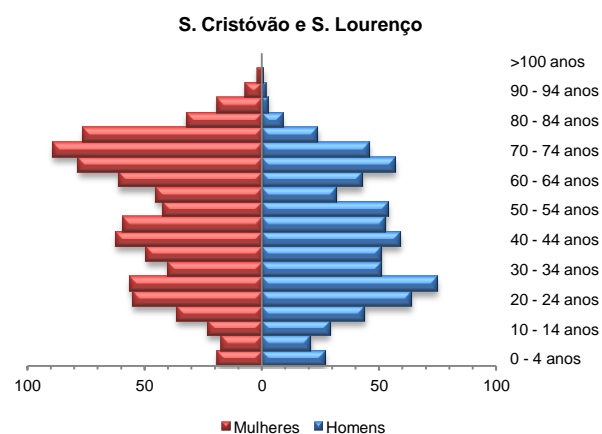
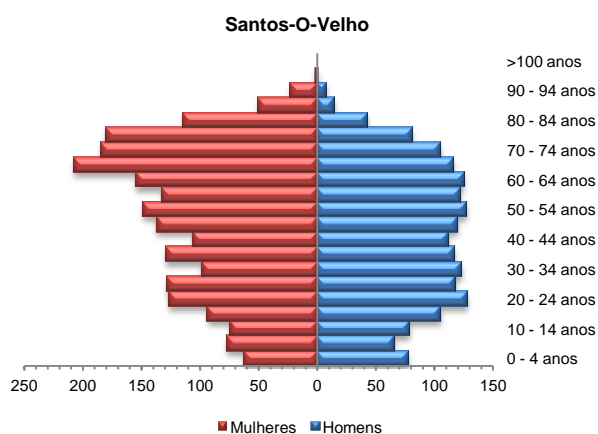
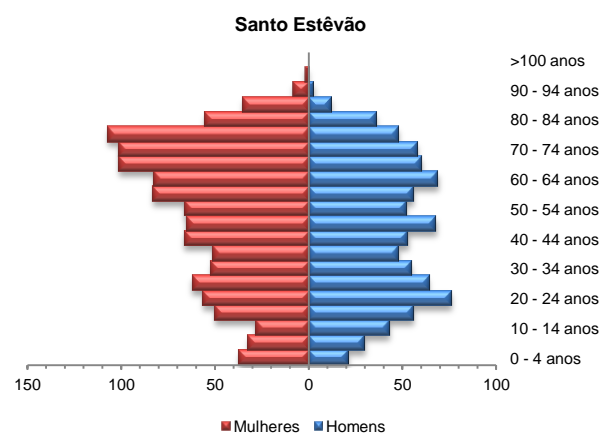
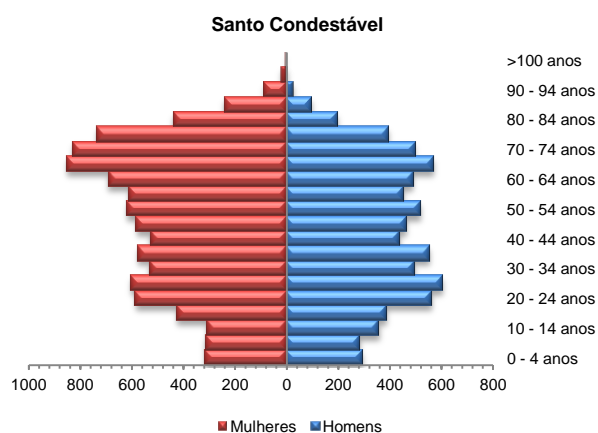
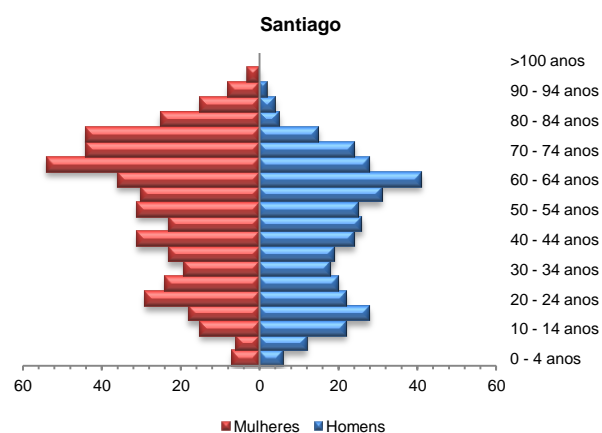
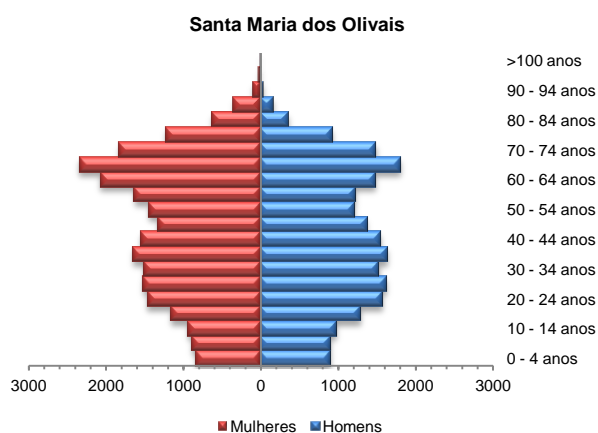
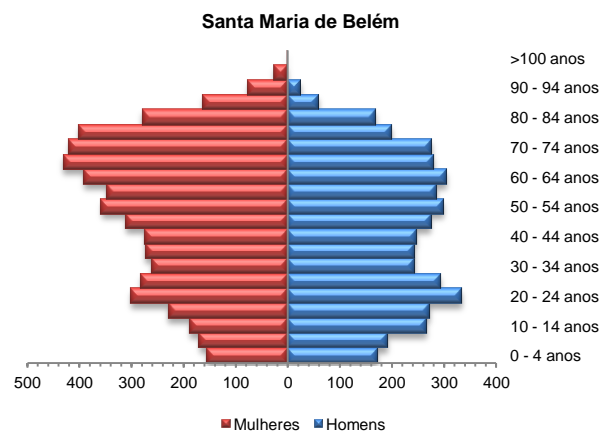
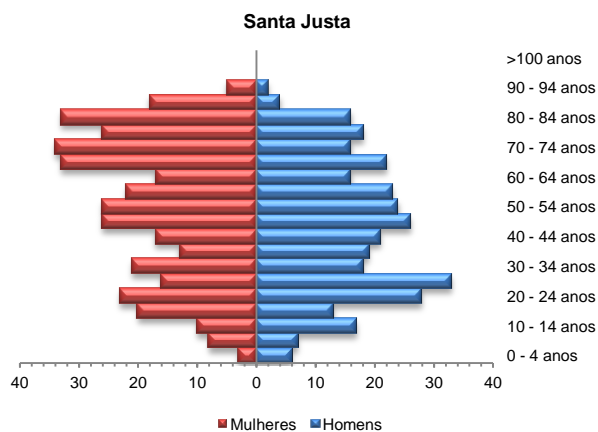
Tabela I.1 – Pirâmides etárias das freguesias e concelho de Lisboa.



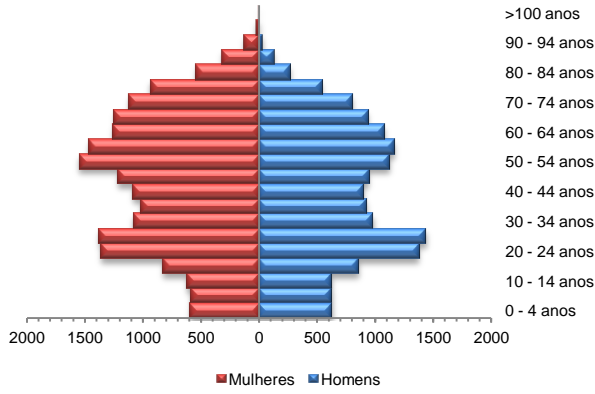




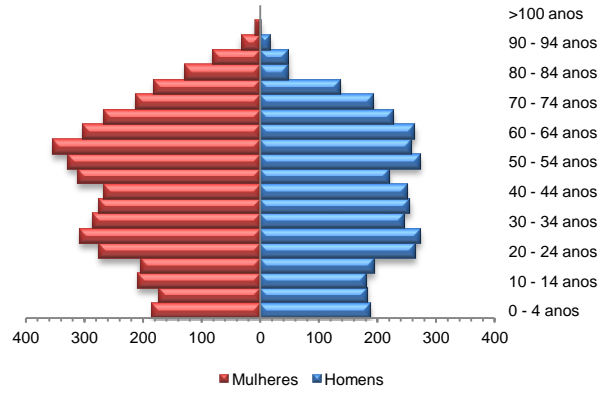




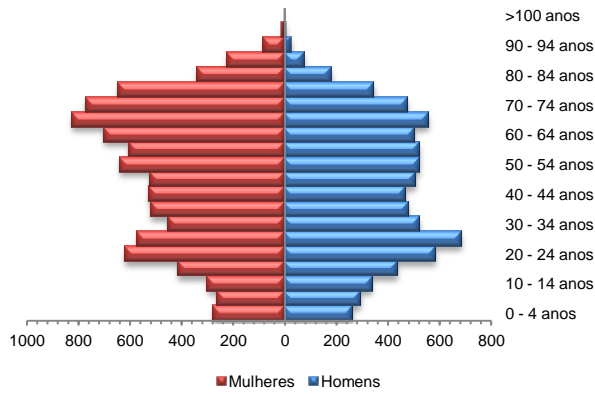
S. Domingos de Benfica



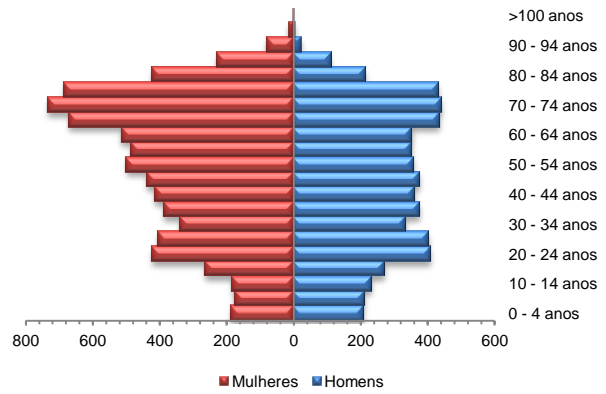
S. Francisco Xavier



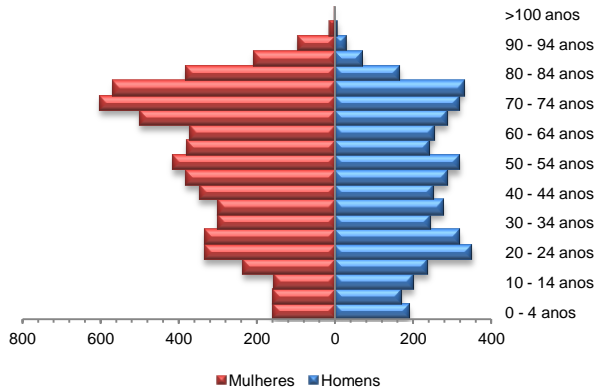
S. João



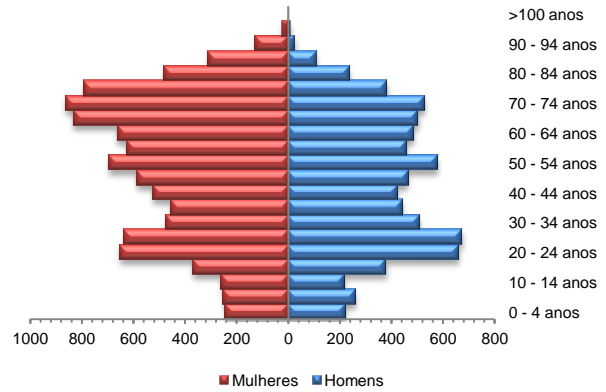
S. João de Brito



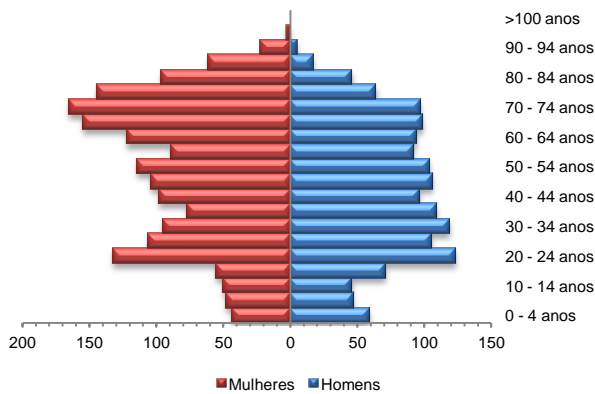
S. João de Deus



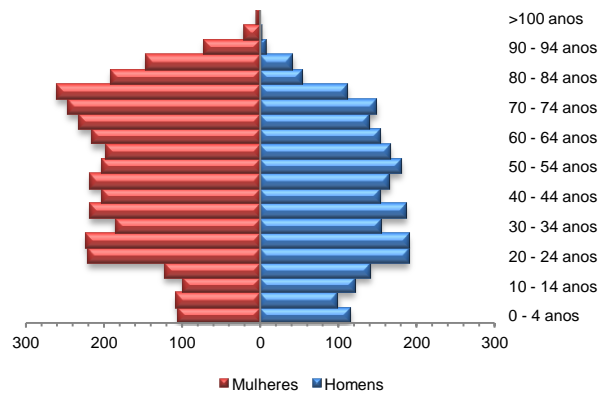
S. Jorge de Arroios



S. José



S. Mamede



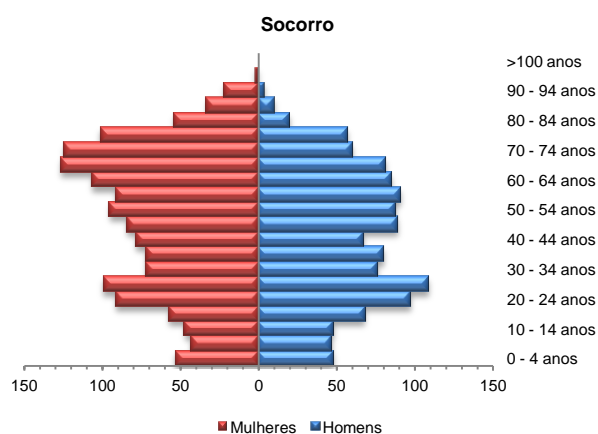
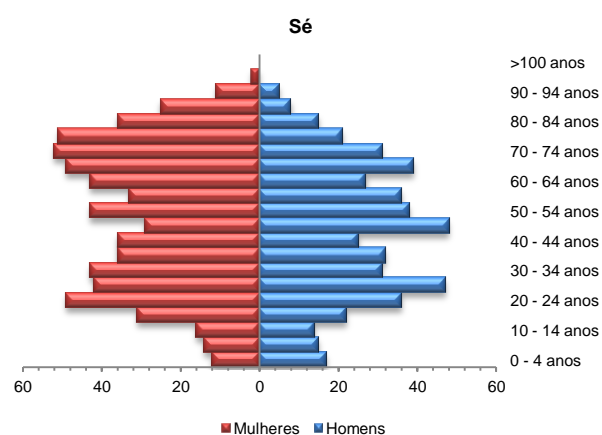
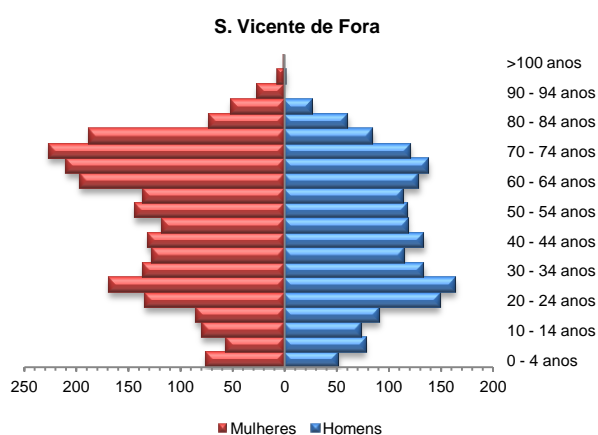
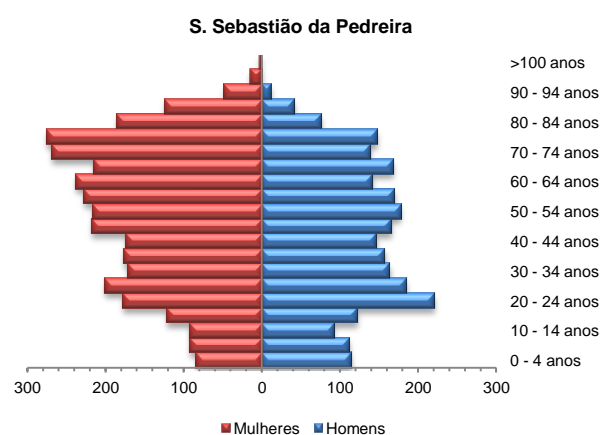
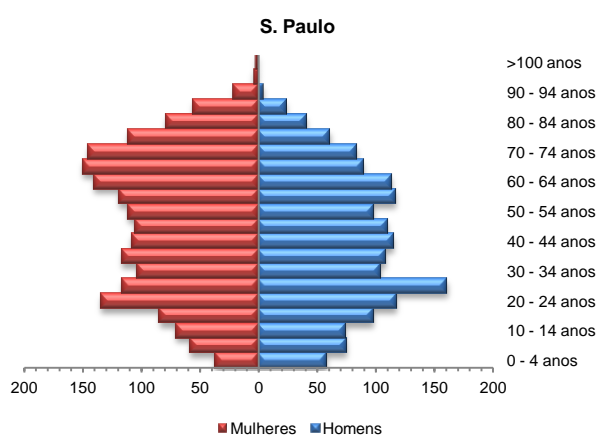
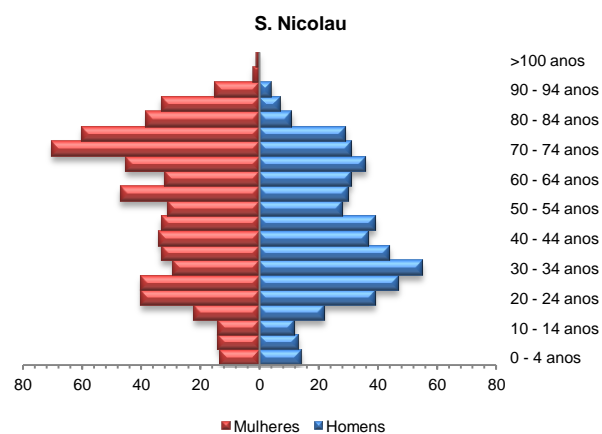
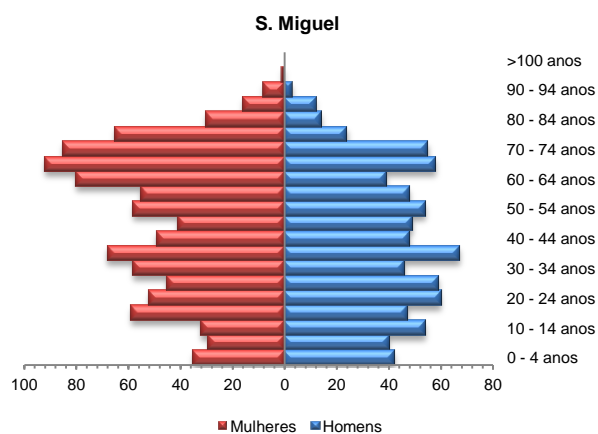


Tabela I.2 – Agrupamentos resultantes da análise *cluster*. Demografia por faixa etária de cada freguesia (effectivos populacionais em %).

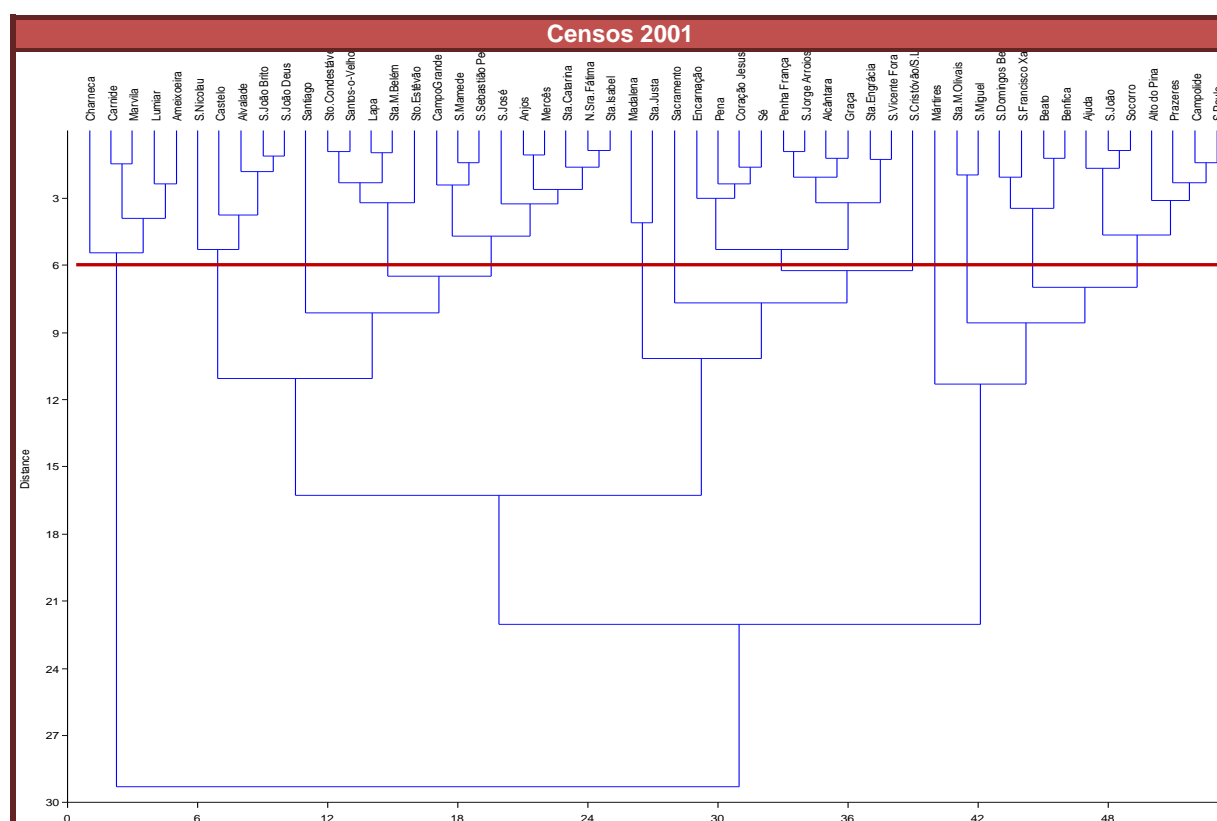


Tabela I.3 – Gráficos referentes ao agrupamento de freguesias, resultante da análise *cluster* à constituição etária (valores em %).

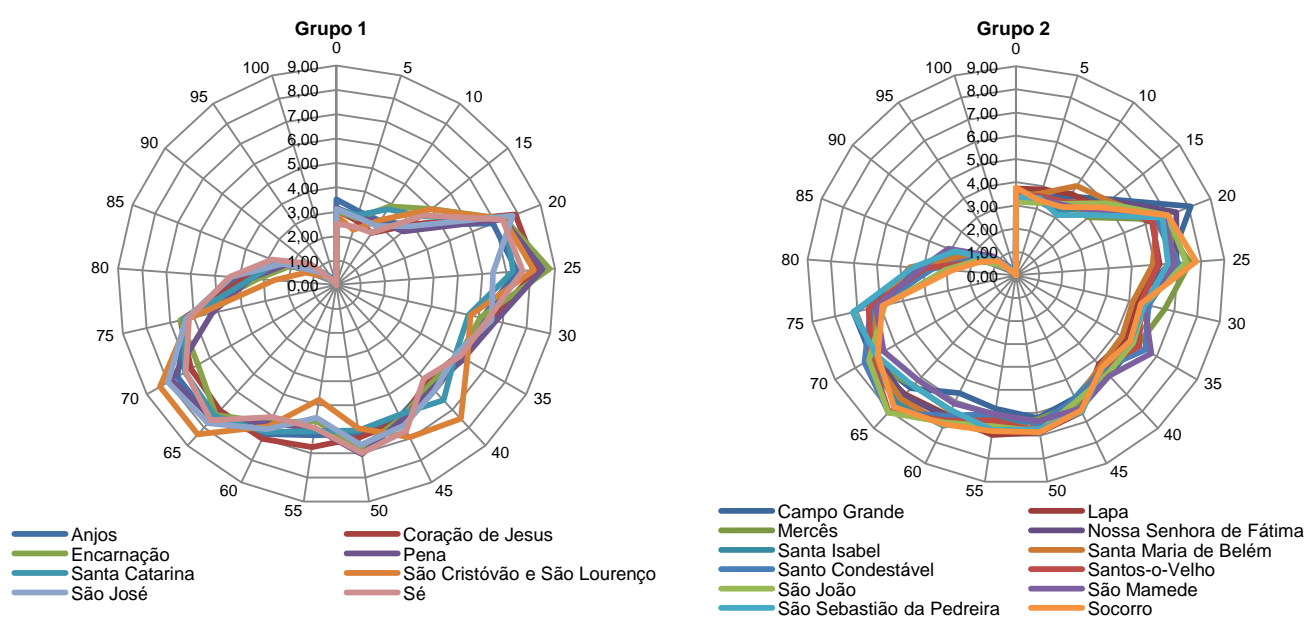
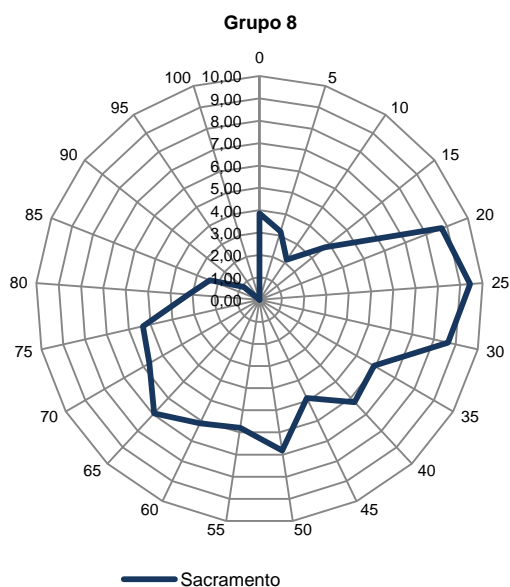
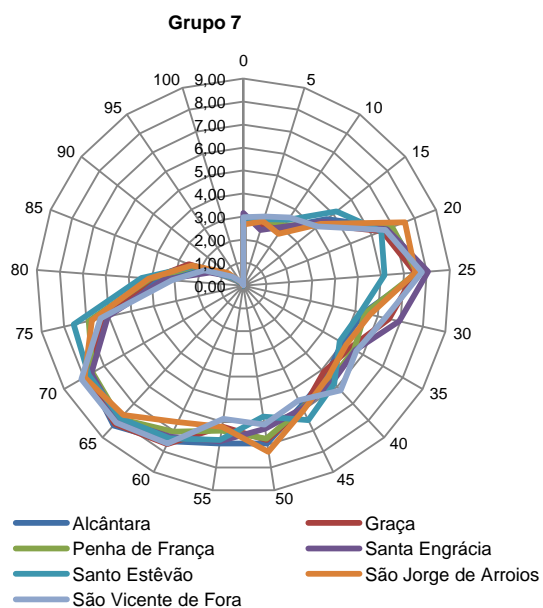
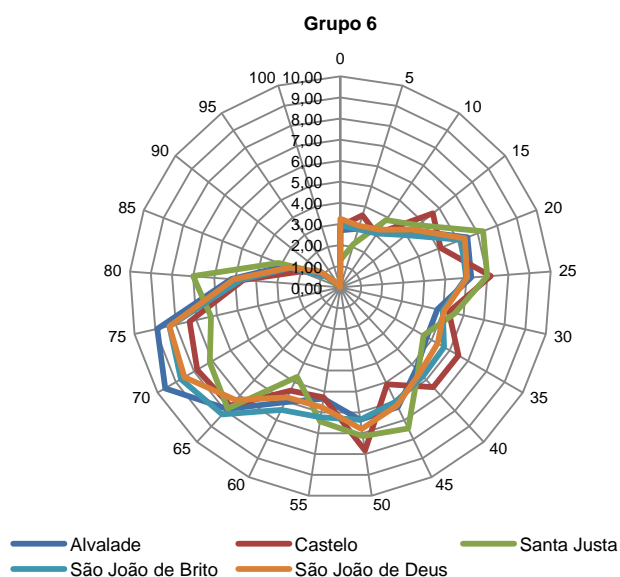
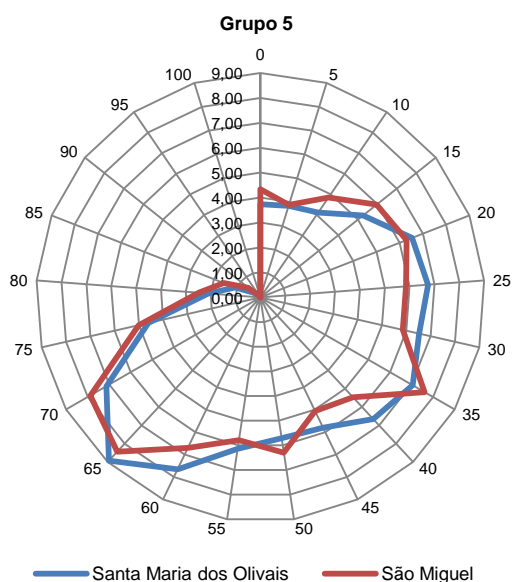
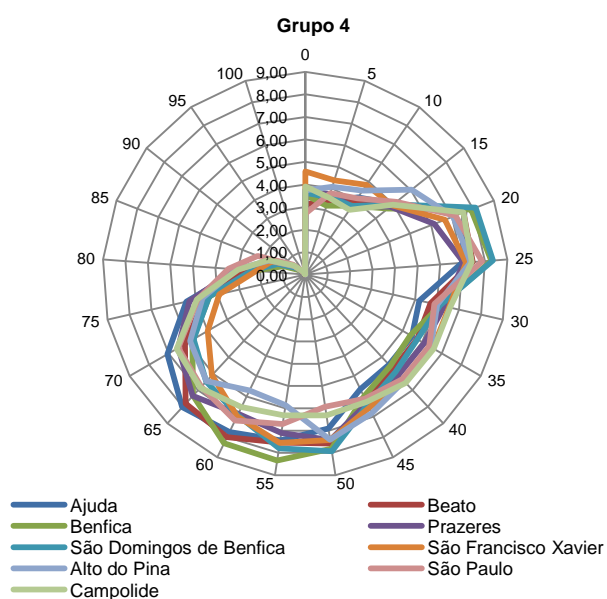
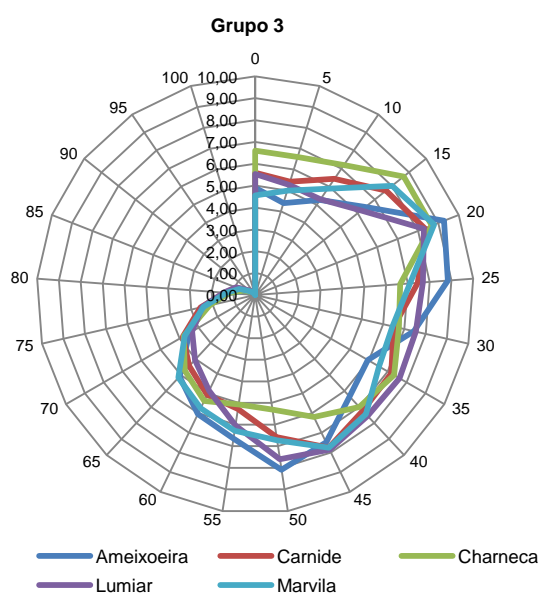


Tabela I.3 – Gráficos referentes ao agrupamento de freguesias, resultante da análise *cluster* à constituição etária (valores em %) (continuação).



APÊNDICE II – DADOS METEOROLÓGICOS

Tabela II.1 – Parâmetros das estações meteorológicas.

Estação	Tipo	Latitude (°)	Longitude (°)	Altitude	Concelho	Distrito	Localização
G.Coutinho	EMA I	38,76	-9,12	104	Lisboa	Lisboa	Estação Aerológica de Lisboa
T. Vedras	EMA II	39,04	-9,17	110	T. Vedras	Lisboa	Estação Vitivinícola Nacional
Cabo Raso	EMA II	38,70	-9,48	9	Cascais	Lisboa	Farol do Cabo Raso
Estrela	RUEMA	38,71	-9,15	87	Lisboa	Lisboa	Escola Secundaria Pedro Nunes
Alvalade	RUEMA	38,75	-9,14	90	Lisboa	Lisboa	Escola Eugénio dos Santos
Estefânia	RUEMA	38,72	-9,14	79	Lisboa	Lisboa	Escola Secundária de Camões
Baixa	RUEMA	38,71	-9,13	8	Lisboa	Lisboa	Ministério Obras Públicas, Transportes e Comunicações
Benfica	RUEMA	38,74	-9,19	75	Lisboa	Lisboa	Lab. Nacional de Inv. Veterinária
Amadora	RUEMA	38,75	-9,24	143	Amadora	Lisboa	Casa Roque Gameiro
Cacém	RUEMA	38,76	-9,29	124	Sintra	Lisboa	Escola Secundária Ferreira Dias
Loures	RUEMA	38,82	-9,16	41	Loures	Lisboa	Protecção Civil de Loures
Geofísico	EMA	38,43	-9,08	77	Lisboa	Lisboa	Instituto Geofísico Inf. D. Luiz

Tabela II.2 – Médias de temperaturas da série temporal 2002-2008.

Estação	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Média das temperaturas mínimas												
Alvalade	7,50	8,1	9,7	11,3	13,4	16,7	17,8	18,4	17,2	14,6	10,2	8,1
Amadora	8,2	8,5	10,2	11,2	12,9	15,8	16,9	17,8	16,7	14,5	10,9	8,6
Baixa	8,4	9,1	11,3	12,9	15,1	18,0	18,9	19,5	18,4	16,0	11,7	9,6
Benfica	6,3	6,9	8,7	10,2	12,7	16,0	17,2	17,7	16,2	13,5	9,1	7,3
Cabo Raso	7,9	9,5	10,7	12,0	13,5	15,8	16,3	16,7	15,9	14,7	10,3	9,3
Cacém	7,4	7,8	9,2	10,7	12,9	15,8	16,9	17,6	16,4	13,6	9,7	7,4
Estefânia	8,6	9,1	10,8	12,2	14,4	17,4	18,5	19,4	18,0	15,5	11,3	9,1
Estrela	9,4	9,8	12,9	13,7	16,1	17,1	18,6	18,7	17,7	15,1	11,6	8,9
G.Coutinho	10,7	11,3	12,8	13,6	15,6	18,0	18,9	19,7	18,8	16,6	13,0	11,2
Geofísico	11,3	11,7	13,3	13,9	15,8	18,3	19,4	19,9	18,9	16,9	13,6	11,7
Loures ¹	6,2	7,3	9,4	11,4	13,3	16,4	17,8	18,3	16,8	14,4	9,6	7,0
Torres Vedras	4,2	6,0	7,8	9,3	11,5	14,4	15,6	16,0	14,4	12,1	7,4	4,7
Média das temperaturas máximas												
Alvalade	17,0	17,7	19,6	21,6	23,7	27,9	29,6	30,4	28,1	24,0	19,8	16,7
Amadora	16,7	17,3	19,5	21,2	22,7	26,6	27,7	28,9	27,4	23,5	19,6	16,1
Baixa	18,0	19,2	21,5	23,8	26,0	29,7	31,1	31,8	29,8	26,2	21,5	18,1
Benfica	18,0	18,9	20,6	22,9	25,4	28,9	30,7	31,4	29,2	25,1	20,9	17,7
Cabo Raso	14,7	15,7	16,5	17,2	18,5	20,8	20,7	21,9	21,5	20,4	16,9	15,5
Cacém	17,4	18,1	19,5	21,3	23,7	27,2	28,7	29,3	27,6	23,7	19,9	16,6
Estefânia	17,1	18,1	20,2	22,5	25,2	29,3	31,1	31,9	28,8	24,4	19,8	16,7
Estrela	18,6	19,3	21,1	23,0	25,4	29,6	31,8	31,6	29,0	24,7	21,4	17,9
G.Coutinho	16,2	17,4	19,4	20,8	23,4	26,9	28,2	29,0	27,1	23,2	18,9	16,2
Geofísico	17,1	18,2	20,1	21,4	23,8	27,1	28,4	28,9	27,1	23,8	19,6	16,9
Loures ¹	16,8	17,6	19,8	22,7	24,5	28,3	30,0	30,9	29,4	25,3	20,1	16,7
Torres Vedras	14,9	15,8	18,1	19,2	21,6	25,3	26,4	27,7	26,4	22,5	17,7	14,6
Média das temperaturas médias												
Alvalade	12,3	12,9	14,7	16,5	18,6	22,3	23,7	24,4	22,7	19,3	15,0	12,4
Amadora	12,5	12,9	14,9	16,2	17,8	21,2	22,2	23,4	22,1	19,0	15,2	12,4
Baixa	13,2	14,2	16,4	18,4	20,6	23,9	25,0	25,7	24,2	21,2	16,7	13,8
Benfica	12,2	12,9	14,7	16,6	19,1	22,4	24,0	24,6	22,7	19,3	15,0	12,5
Cabo Raso	11,3	12,6	13,6	14,6	16,0	18,4	18,5	19,3	18,9	17,6	13,6	12,4
Cacém	12,5	13,0	14,3	16,0	18,4	21,5	22,8	23,5	22,0	18,7	14,8	12,0
Estefânia	12,8	13,6	15,5	17,4	19,8	23,4	24,8	25,7	23,4	20,0	15,6	12,9
Estrela	14,0	14,6	15,9	17,6	19,8	23,4	25,2	25,2	23,4	19,9	16,5	13,4
G.Coutinho	11,2	12,4	13,8	15,2	17,6	21,0	22,3	22,9	21,5	18,0	13,7	11,3
Geofísico	11,9	13,1	14,4	15,7	17,9	21,2	22,4	23,0	21,5	18,5	14,4	11,9
Loures ¹	11,6	12,5	14,6	17,1	18,9	22,4	23,9	24,6	23,1	19,8	14,9	11,9
Torres Vedras	9,6	10,9	13,0	14,3	16,6	19,9	21,0	21,9	20,4	17,3	12,6	9,6

¹ – Série temporal 2005-2008

Tabela II.3 – Teste de Friedman: Temperaturas médias; todas as estações excepto Loures e Estrela.

		Homogeneous Subsets					
		Subset					
		1	2	3	4	5	6
Sample ¹	Torres Vedras	1,573					
	Cabo Raso	1,781					
	G.Coutinho		4,125				
	Cacém		4,271				
	Amadora		4,375				
	Geofísico			5,802			
	Alvalade				6,979		
	Benfica				7,177		
	Estefânia					8,99	
	Baixa						9,927
Test Statistic		1,021	0,698	0,2	0,521	0,2	0,2
Sig. (2-sided test)		0,312	0,705	.	0,47	.	.
Adjusted Sig. (2-sided test)		0,846	0,983	.	0,958	.	.
Homogeneous subsets are based on asymptotic significances. The significance level is 0,05.							
¹ Each cell shows the sample average rank.							

Tabela II.4 – Teste de Friedman: Temperaturas médias; todas as estações.

Homogeneous Subsets								
		Subset						
		1	2	3	4	5	6	7
Sample ¹	Cabo Raso	1,464						
	Torres Vedras	1,607						
	Cacém		3,393					
	Amadora		4,5	4,5				
	G.Coutinho		4,714	4,714				
	Geofísico			5,786	5,786			
	Alvalade				6,893			
	Loures					8,107		
	Benfica					8,857	8,857	
	Estefânia						9,679	
	Estrela							11,214
Baixa							11,786	
Test Statistic		0,643	7,179	5,571	5,786	2,571	3,5	4,571
Sig. (2-sided test)		0,423	0,028	0,062	0,016	0,109	0,061	0,033
Adjusted Sig. (2-sided test)		0,963	0,106	0,225	0,093	0,499	0,316	0,18
Homogeneous subsets are based on asymptotic significances. The significance level is 0,05.								
¹ Each cell shows the sample average rank.								

Tabela II.5 – Teste de Friedman: Temperaturas mínimas; todas as estações.

Homogeneous Subsets									
		Subset							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Sample ¹	Loures	1							
	Benfica		3,133						
	Cacém		3,333						
	Amadora		4,633	4,633					
	Cabo Raso		4,767	4,767					
	Torres Vedras			5,367					
	Alvalade				6,7				
	G.Coutinho				7,833	7,833			
	Geofísico					8,867	8,867		
	Estefânia						9,867	9,867	
	Estrela							10,5	
Baixa								12	
Test Statistic		0,2	5,16	1,733	6,667	5,4	5,4	1,667	0,2
Sig. (2-sided test)		.	0,16	0,42	0,01	0,02	0,02	0,197	.
Adjusted Sig. (2-sided test)		.	0,408	0,887	0,058	0,115	0,115	0,731	.
Homogeneous subsets are based on asymptotic significances. The significance level is 0,05.									
¹ Each cell shows the sample average rank.									

Tabela II.6 – Teste de Friedman: Temperaturas mínimas; todas as estações excepto Loures.

Homogeneous Subsets								
		Subset						
		1	2	3	4	5	6	7
Sample ¹	Benfica	2,133						
	Cacém	2,333						
	Amadora	3,633	3,633					
	Cabo Raso	3,767	3,767					
	Torres Vedras		4,367					
	Alvalade			5,7				
	G.Coutinho			6,833	6,833			
	Geofísico				7,867	7,867		
	Estefânia					8,867	8,867	
	Estrela						9,5	
	Baixa							11
Test Statistic		5,16	1,733	6,667	5,4	5,4	1,667	0,2
Sig. (2-sided test)		0,16	0,42	0,01	0,02	0,02	0,197	.
Adjusted Sig. (2-sided test)		0,382	0,865	0,053	0,106	0,106	0,7	.
Homogeneous subsets are based on asymptotic significances. The significance level is 0,05.								
¹ Each cell shows the sample average rank.								

Tabela II.7 – Teste de Friedman: Temperaturas máximas; todas as estações excepto Loures e Estrela.

Homogeneous Subsets								
		Subset						
		1	2	3	4	5	6	7
Sample ¹	Cabo Raso	1,04						
	G.Coutinho		2,76					
	Geofísico		3,08					
	Amadora		3,8	3,8				
	Cacém			4,9				
	Alvalade				6,08			
	Torres Vedras					7,2		
	Estefânia					7,72		
	Benfica						8,74	
	Baixa							9,68
Test Statistic		0,2	6,14	5,76	0,2	2,56	0,2	0,2
Sig. (2-sided test)		.	0,046	0,016	.	0,11	.	.
Adjusted Sig. (2-sided test)		.	0,147	0,079	.	0,44	.	.
Homogeneous subsets are based on asymptotic significances. The significance level is 0,05.								
¹ Each cell shows the sample average rank.								

Tabela II.8 – Teste de Friedman: Diferencial temp.máximas-temp.mínimas; todas as estações excepto Loures.

Homogeneous Subsets								
		Subset						
		1	2	3	4	5	6	
Sample ¹	Cabo Raso	1,067						
	G.Coutinho		2,533					
	Geofísico		2,667					
	Amadora			4,2				
	Alvalade			5,633	5,633			
	Cacém				6			
	Estefânia				6,5	6,5		
	Baixa					8,433	8,433	
	Torres Vedras					8,7	8,7	
	Estrela						9,3	
	Benfica							
Test Statistic		0,2	0,6	5,4	1,3	7,233	3,433	
Sig. (2-sided test)		.	0,439	0,02	0,522	0,027	0,18	
Adjusted Sig. (2-sided test)		.	0,958	0,106	0,933	0,095	0,516	
Homogeneous subsets are based on asymptotic significances. The significance level is 0,05.								
¹ Each cell shows the sample average rank.								

Tabela II.9 – Teste de Friedman: Diferencial temp.máximas-temp.mínimas; todas as estações excepto Loures e Estrela.

		Homogeneous Subsets					
		Subset					
		1	2	3	4	5	6
Sample ¹	Cabo Raso	1,038					
	G.Coutinho		2,519				
	Geofísico		2,596				
	Amadora			4,269			
	Estefânia				5,962		
	Alvalade				6,346		
	Cacém				6,577		
	Baixa				7,327	7,327	
	Torres Vedras					8,385	
	Benfica						9,981
Test Statistic		0,2	0,346	0,2	8,296	3,846	0,2
Sig. (2-sided test)		.	0,556	.	0,04	0,05	.
Adjusted Sig. (2-sided test)		.	0,983	.	0,098	0,226	.

Homogeneous subsets are based on asymptotic significances. The significance level is 0,05.
¹ Each cell shows the sample average rank.

Tabela II.10 – Análise *cluster*. Temperaturas médias anuais por estação.

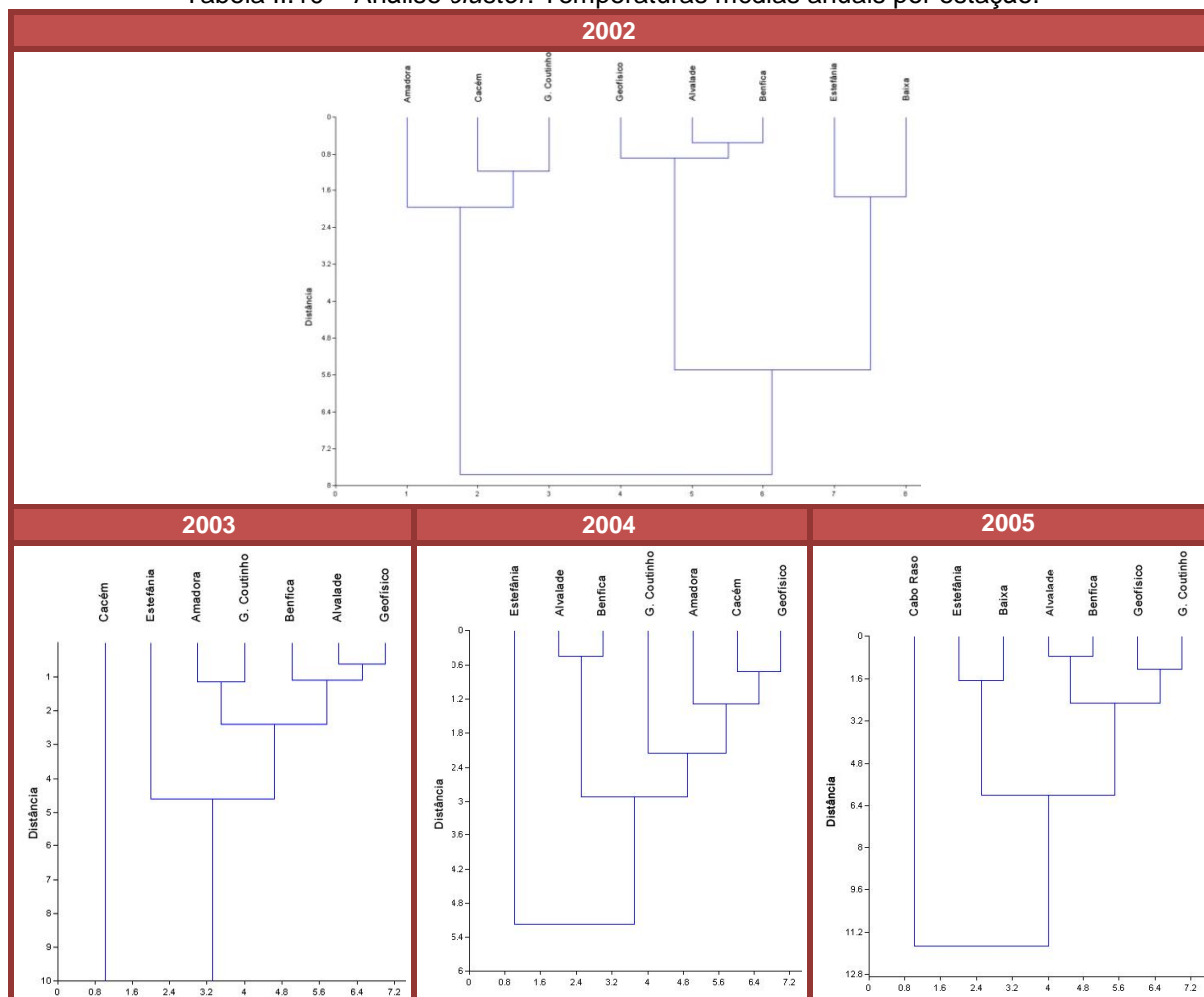


Tabela II.10 – Análise *cluster*: Temperaturas médias anuais por estação (continuação).

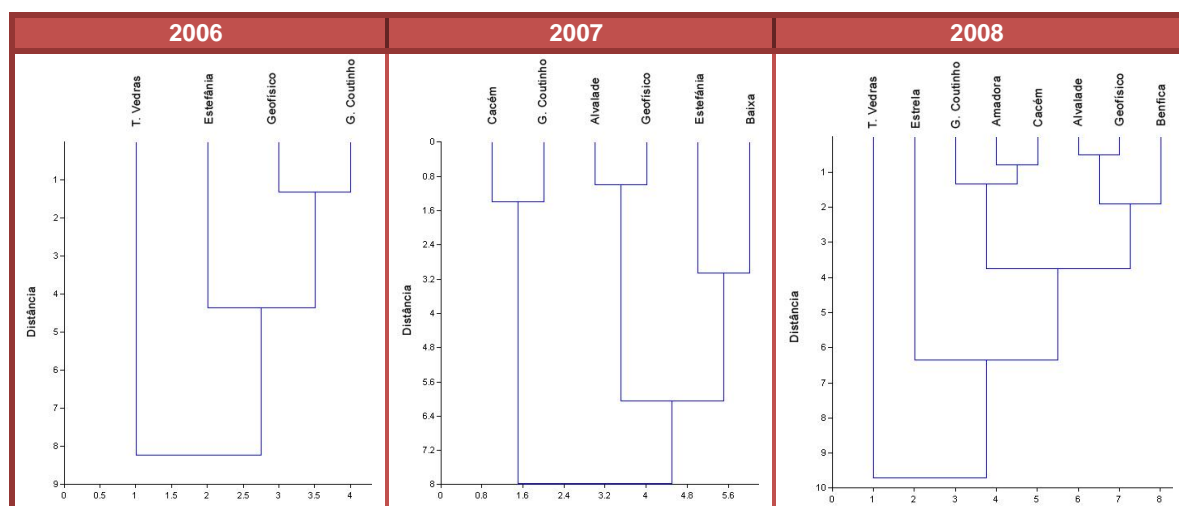


Tabela II.11 – Análise *cluster*: Temperaturas máximas anuais por estação.

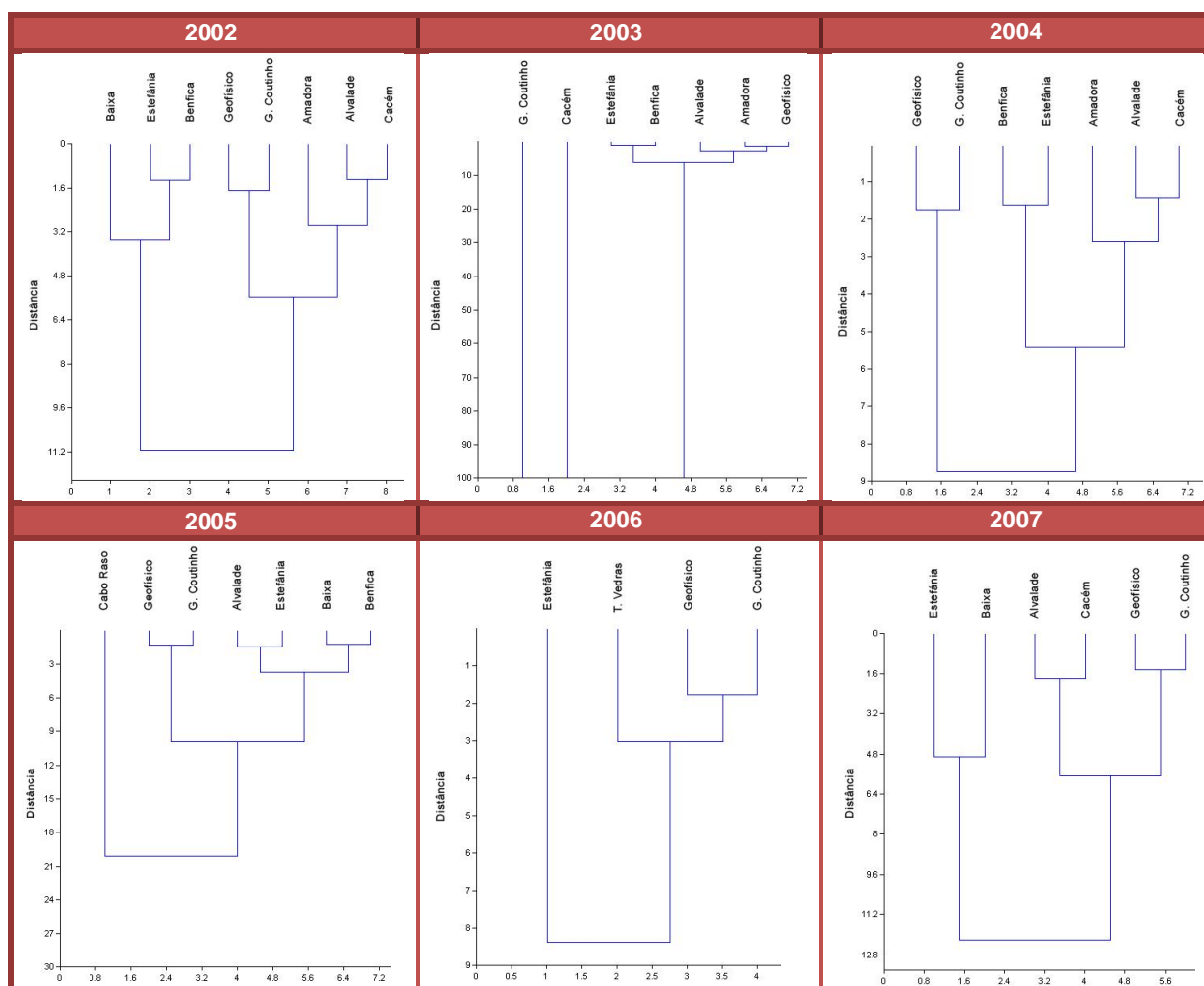


Tabela II.11 – Análise *cluster*: Temperaturas máximas anuais por estação (continuação).

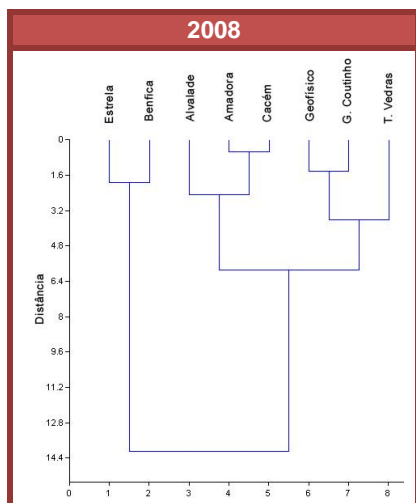


Tabela II.12 – Análise *cluster*: Temperaturas médias – Julho, Agosto e Setembro por estação.

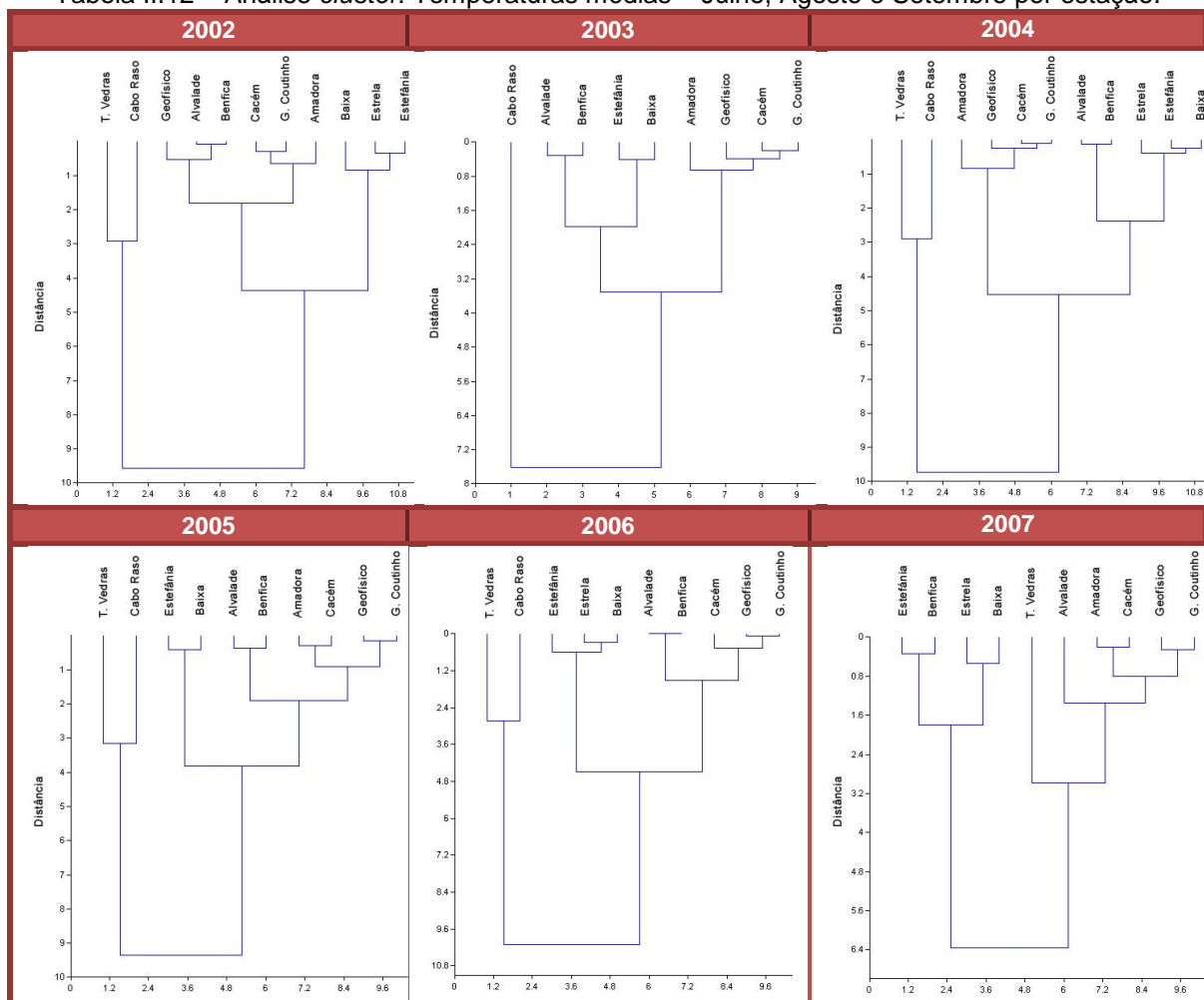
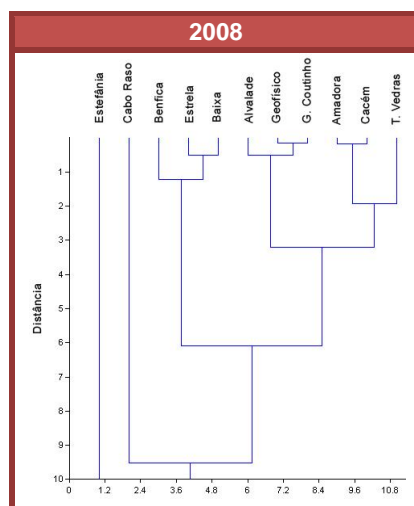


Tabela II.12 – Análise *cluster*: Temperaturas médias – Julho, Agosto e Setembro por estação (continuação).



APÊNDICE III – DADOS DE MORBILIDADE

Tabela III.1 – Freguesias e população abrangidas por hospital.

População abrangida/hospital		População abrangida/hospital		População de Lisboa abrangida
freguesias	nº de pessoas	nº pessoas/freg.	% pessoas/freg.	% pessoas/hospital
Hospital Curry Cabral				
Campolide	279 553	15 927	6	54
Marvila		38 767	14	
Nossa Sra. Fátima		15 291	5	
Sta. Mª dos Olivais		46 410	17	
S. Domingos Benfica		33 678	12	
Apelação		6 043	2	
Camarate		18 821	7	
Moscavide		12 184	4	
Sacavém		17 659	6	
Sta. Iria Azóia		15 571	6	
S. João da Talha		17 970	6	
Unhos		10 531	4	
Portela		15 441	6	
Bobadela		8 577	3	
Prior Velho	6 683	2		
Hospital D. Estefânia				
Alto do Pina	337 938	10 253	3	91
Anjos		9 738	3	
Beato		14 241	4	
Campolide		15 927	5	
Castelo		587	0	
Coração de Jesus		4 319	1	
Encarnação		3 182	1	
Graça		6 960	2	
Lapa		8 670	3	
Madalena		380	0	
Mártires		341	0	
Mercês		5 093	2	
Nossa Sra. Fátima		15 291	5	
Pena		6 068	2	
Penha França		13 722	4	
Prazeres		8 492	3	
Sacramento		880	0	
Sta. Catarina		4 081	1	
Sta. Engrácia		5 860	2	
Sta. Isabel		7 270	2	
Sta. Justa		700	0	
Sta. Mª dos Olivais		46 410	14	
Santiago		857	0	
Sto. Estêvão		2 047	1	
Santos-O-Velho		4 013	1	
S.Cristóvão/S.Lourenço		1 612	0	
S. Domingos Benfica		33 678	10	
S. João		17 073	5	
S. João de Deus		10 782	3	
S. Jorge de Arroios		17 404	5	
S. José		3 278	1	
S. Mamede		6 004	2	
S. Miguel		1 777	1	
S. Nicolau		1 175	0	
S. Paulo	3 521	1		
S. Sebastião Pedreira	5 871	2		
S. Vicente Fora	4 267	1		
Sé	1 160	0		
Socorro	2 675	1		

População abrangida/hospital		População abrangida/hospital		População de Lisboa abrangida
freguesias	nº de pessoas	nº pessoas/freg.	% pessoas/freg.	% pessoas/hospital
Apelação		6 043	2	
Sacavém		17 659	5	
Bobadela		8 577	3	
Hospital Santa Maria				
Alvalade	395 263	9 620	2	38
Ameixoeira		9 644	2	
Benfica		41 368	10	
Campo Grande		11 148	3	
Carnide		18 989	5	
Charneca		10 509	3	
Lumiar		37 693	10	
S. João Brito		13 449	3	
Bucelas		4 810	1	
Fanhões		2 698	1	
Frielas		2 676	1	
Loures		24 237	6	
Lousa		3 419	1	
Sto.Antão Tojal		4 192	1	
S.Juliano Tojal		3 600	1	
Sto.Ant.Cavaleiros		21 947	6	
Todas Freg - Odivelas		133 847	34	
Brandoa		15 647	4	
Falagueira		14 436	4	
Venda Nova		11 334	3	
Hospital São José				
Alto do Pina	233 120	10 253	4	100
Anjos		9 738	4	
Beato		14 241	6	
Castelo		587	0	
Coração de Jesus		4 319	2	
Encarnação		3 182	1	
Graça		6 960	3	
Lapa		8 670	4	
Madalena		380	0	
Mártires		341	0	
Marvila		38 767	17	
Mercês		5 093	2	
Pena		6 068	3	
Penha França		13 722	6	
Prazeres		8 492	4	
Sacramento		880	0	
Sta. Catarina		4 081	2	
Sta. Engrácia		5 860	3	
Sta. Isabel		7 270	3	
Sta. Justa		700	0	
Santiago		857	0	
Sto. Estêvão		2 047	1	
Santos-O-Velho		4 013	2	
S.Cristóvão/S.Lourenço		1 612	1	
S. João		17 073	7	
S. João de Deus		10 782	5	
S. Jorge de Arroios		17404	7	
S. José		3 278	1	
S. Mamede		6 004	3	
S. Miguel		1 777	1	
S. Nicolau		1 175	1	
S. Paulo		3 521	2	
S. Sebastião Pedreira		5 871	3	

População abrangida/hospital		População abrangida/hospital		População de Lisboa abrangida
freguesias	nº de pessoas	nº pessoas/freg.	% pessoas/freg.	% pessoas/hospital
S. Vicente Fora		4 267	2	
Sé		1 160	0	
Socorro		2 675	1	
Maternidade Dr. Alfredo da Costa				
Alto do Pina	585 334	10 253	2	45
Beato		14 241	2	
Campolide		15 927	3	
Coração de Jesus		4 319	1	
Marvila		38 767	7	
Nossa Sra. Fátima		15 291	3	
Sta. Engrácia		5 860	1	
Sta. Isabel		7 270	1	
Sta. Mª dos Olivais		46 410	8	
S. Domingos Benfica		33 678	6	
S. João		17 073	3	
S. João de Deus		10 782	2	
S. Jorge de Arroios		17 404	3	
S. José		3 278	1	
S. Mamede		6 004	1	
S. Sebastião Pedreira		5 871	1	
Todas Freg. – Loures		199059	34	
Todas Freg. – Odivelas	13 3847	23		
Centro Hospitalar Lisboa Ocidental				
Ajuda	940 243	17 958	2	8
Alcântara		14 443	2	
Sta.Mª Belém		9 756	1	
Sto.Condestável		17 553	2	
S.F.Xavier		8 101	1	
Todas Freg. – Cascais		170 683	18	
Todas Freg. – Oeiras		162 128	17	
Todas Freg. – Sintra		363 749	39	
Todas Freg. – Amadora		175 872	19	
Freguesias do concelho de Lisboa				
Freguesias de outros concelhos				

Tabela III.2 – Morbilidade registada por hospital da cidade de Lisboa (nº de internamentos).

Hospital	2002		2003		2004		2005		2006		2007		2008		2009	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Curry Cabral	9 771	3,5	11 273	4,0	10 607	3,8	9 844	3,5	9 871	3,5	9 679	3,5	9 926	3,6	10 481	3,8
D.Estefânia	6 130	1,8	6 267	1,9	5 992	1,8	6 461	1,9	6 695	2,0	6 718	2,0	-	-	-	-
Santa Maria	30 054	7,6	30 511	7,7	28 991	7,3	29 778	7,5	30 008	7,6	29 960	7,6	30 699	7,8	40 136	10,2
São José	13 283	5,7	11 138	4,8	10 232	4,4	21 985	9,5	18 262	7,9	17 349	7,5	29 637	12,8	29 165	12,6
Matern.Dr. Alfr. da Costa	8 370	1,4	8 380	1,4	7 549	1,3	7 561	1,3	7 816	1,3	7 893	1,4	7 887	1,4	7 421	1,3
C.Hosp.Lisboa Ocidental	21 286	1,8	21 790	1,9	21 283	1,8	21 246	1,8	22 376	1,9	21 914	1,9	21 690	1,9	22 161	1,9

Tabela III.3 – Morbilidade registada por freguesia da cidade de Lisboa (nº e % de internamentos).

Freguesias	2002		2003		2004		2005		2006		2007		2008	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Ajuda	1 232	6,9	1 247	6,9	1 194	6,6	1 196	6,7	2 175	12,1	2 130	11,9	2 108	11,7
Alcântara	991	6,9	1 003	6,9	960	6,6	962	6,7	1 749	12,1	1 713	11,9	1 696	11,7
Alto do Pina	923	9,0	831	8,1	768	7,5	1 303	12,7	1 149	11,2	1 111	10,8	1 452	14,2
Alvalade	731	7,6	743	7,7	706	7,3	725	7,5	730	7,6	729	7,6	747	7,8
Ameixoeira	733	7,6	744	7,7	707	7,3	727	7,5	732	7,6	731	7,6	749	7,8
Anjos	738	7,6	649	6,7	603	6,2	1 112	11,4	962	9,9	924	9,5	1 248	12,8
Beato	1 282	9,0	1 154	8,1	1 066	7,5	1 810	12,7	1 596	11,2	1 543	10,8	2 016	14,2
Benfica	3 145	7,6	3 193	7,7	3 034	7,3	3 117	7,5	3 141	7,6	3 136	7,6	3 213	7,8
Campo Grande	848	7,6	861	7,7	818	7,3	840	7,5	846	7,6	845	7,6	866	7,8
Campolide	1 076	6,8	1 166	7,3	1 092	6,9	1 071	6,7	1 091	6,8	1 083	6,8	789	5,0
Carnide	1 444	7,6	1 466	7,7	1 393	7,3	1 431	7,5	1 442	7,6	1 439	7,6	1 475	7,8
Castelo	44	7,6	39	6,7	36	6,2	67	11,4	58	9,9	56	9,5	75	12,8
Charneca	799	7,6	811	7,7	771	7,3	792	7,5	798	7,6	797	7,6	816	7,8
Coração de Jesus	389	9,0	350	8,1	323	7,5	549	12,7	484	11,2	468	10,8	611	14,2
Encarnação	241	7,6	212	6,7	197	6,2	363	11,4	314	9,9	302	9,5	408	12,8
Graça	527	7,6	464	6,7	431	6,2	794	11,4	687	9,9	660	9,5	892	12,8
Lapa	657	7,6	578	6,7	537	6,2	990	11,4	856	9,9	823	9,5	1 111	12,8
Lumiar	2 866	7,6	2 910	7,7	2 765	7,3	2 840	7,5	2 862	7,6	2 857	7,6	2 928	7,8
Madalena	29	7,6	25	6,7	24	6,2	43	11,4	38	9,9	36	9,5	49	12,8
Mártires	26	7,6	23	6,7	21	6,2	39	11,4	34	9,9	32	9,5	44	12,8
Marvila	4 135	10,7	3 985	10,3	3 686	9,5	5 550	14,3	4 947	12,8	4 772	12,3	6886	17,8
Mercês	386	7,6	340	6,7	316	6,2	581	11,4	503	9,9	483	9,5	652	12,8
Nossa Sra. Fátima	1 033	6,8	1 119	7,3	1 049	6,9	1 028	6,7	1 047	6,8	1 040	6,8	757	5,0
Pena	460	7,6	405	6,7	376	6,2	693	11,4	599	9,9	576	9,5	777	12,8
Penha França	1 039	7,6	915	6,7	850	6,2	1 566	11,4	1 355	9,9	1 302	9,5	1 758	12,8
Prazeres	643	7,6	566	6,7	526	6,2	969	11,4	839	9,9	806	9,5	1 088	12,8
Sacramento	67	7,6	59	6,7	55	6,2	100	11,4	87	9,9	83	9,5	113	12,8
Sta. Catarina	309	7,6	272	6,7	253	6,2	466	11,4	403	9,9	387	9,5	523	12,8
Sta. Engrácia	528	9,0	475	8,1	439	7,5	745	12,7	657	11,2	635	10,8	830	14,2
Sta. Isabel	655	9,0	589	8,1	544	7,5	924	12,7	815	11,2	788	10,8	1 029	14,2
Sta. Justa	53	7,6	47	6,7	43	6,2	80	11,4	69	9,9	66	9,5	90	12,8
Sta. M ^a de Belém	670	6,9	677	6,9	649	6,6	650	6,7	1 182	12,1	1 157	11,9	1 145	11,7
Sta. M ^a dos Olivais	3 136	6,8	3 397	7,3	3 182	6,9	3 121	6,7	3 178	6,8	3 155	6,8	2 298	5,0
Santiago	65	7,6	57	6,7	53	6,2	98	11,4	85	9,9	81	9,5	110	12,8
Sto. Condestável	1 205	6,9	1 219	6,9	1 167	6,6	1 169	6,7	2 126	12,1	2 082	11,9	2 061	11,7
Sto. Estêvão	155	7,6	137	6,7	127	6,2	234	11,4	202	9,9	194	9,5	262	12,8
Santos-O-Velho	206	5,1	186	4,6	173	4,3	297	7,4	262	6,5	253	6,3	296	7,4
S.Cristóvão/S.Lourenço	122	7,6	108	6,7	100	6,2	184	11,4	159	9,9	153	9,5	207	12,8
S.Domingos Benfica	2 276	6,8	2 465	7,3	2 309	6,9	2 265	6,7	2 306	6,8	2 290	6,8	1 667	5,0
S.Francisco Xavier	556	6,9	563	6,9	539	6,6	540	6,7	981	12,1	961	11,9	951	11,7
S. João	1 537	9,0	1 383	8,1	1 278	7,5	2 169	12,7	1 914	11,2	1 850	10,8	2 417	14,2
S. João de Brito	1 023	7,6	1 038	7,7	986	7,3	1 013	7,5	1 021	7,6	1 019	7,6	1 045	7,8
S. João de Deus	971	9,0	873	8,1	807	7,5	1 370	12,7	1 209	11,2	1 168	10,8	1 527	14,2
S. Jorge de Arroios	1 567	9,0	1 410	8,1	1 303	7,5	2 211	12,7	1 951	11,2	1 886	10,8	2 464	14,2
S. José	295	9,0	266	8,1	245	7,5	417	12,7	367	11,2	355	10,8	464	14,2
S. Mamede	541	9,0	486	8,1	449	7,5	763	12,7	673	11,2	651	10,8	850	14,2
S. Miguel	134	7,5	118	6,6	110	6,2	202	11,3	174	9,8	168	9,4	226	12,7
S. Nicolau	89	7,6	78	6,7	73	6,2	134	11,4	116	9,9	111	9,5	151	12,8
S. Paulo	267	7,6	235	6,7	218	6,2	402	11,4	348	9,9	334	9,5	451	12,8
S. Sebastião Pedreira	529	9,0	476	8,1	439	7,5	746	12,7	658	11,2	636	10,8	831	14,2
S. Vicente de Fora	323	7,6	285	6,7	264	6,2	487	11,4	421	9,9	405	9,5	547	12,8
Sé	88	7,6	77	6,7	72	6,2	132	11,4	115	9,9	110	9,5	149	12,8
Socorro	203	7,6	178	6,7	166	6,2	305	11,4	264	9,9	254	9,5	343	12,8
TOTAL LISBOA	43 985		42 949		40 293		52 379		52 777		51 626		58 253	

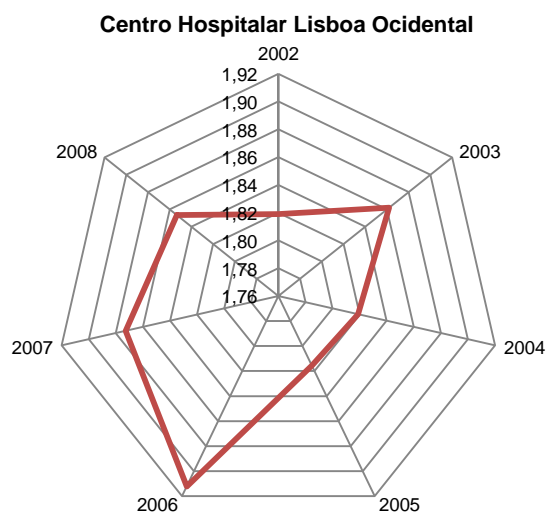
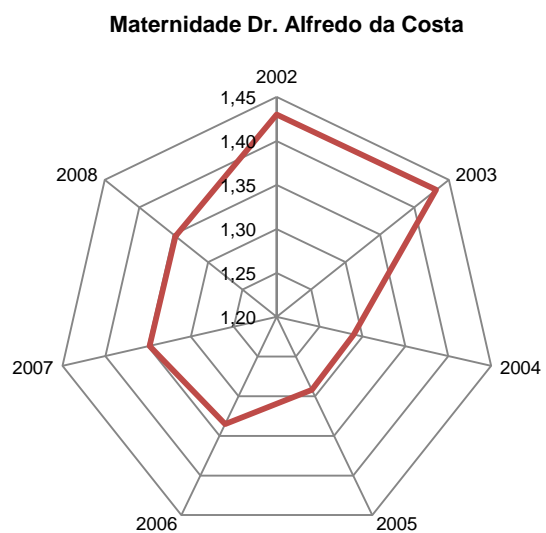
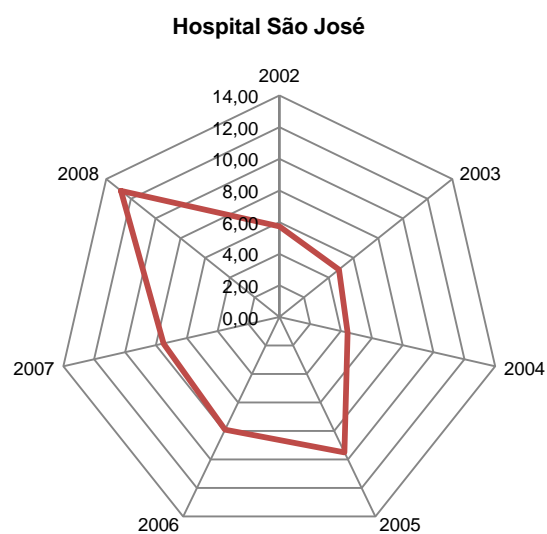
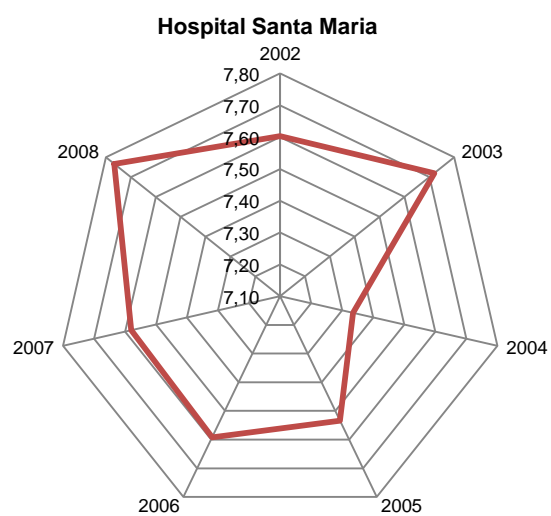
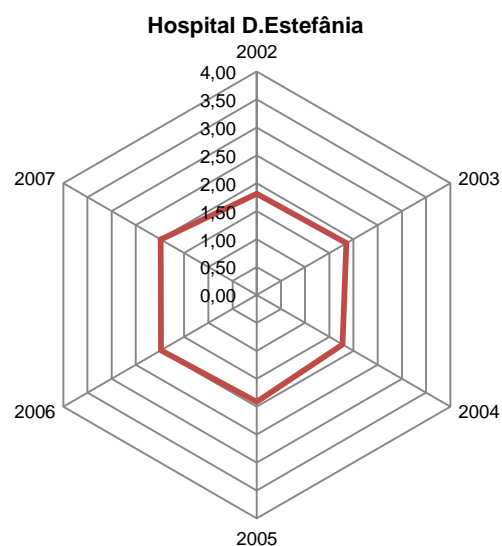
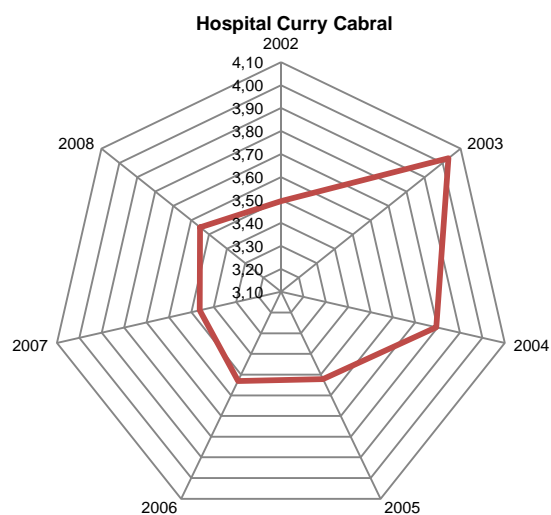


Figura III.1 – Gráficos referentes à morbilidade anual por hospital de Lisboa (valores em %).

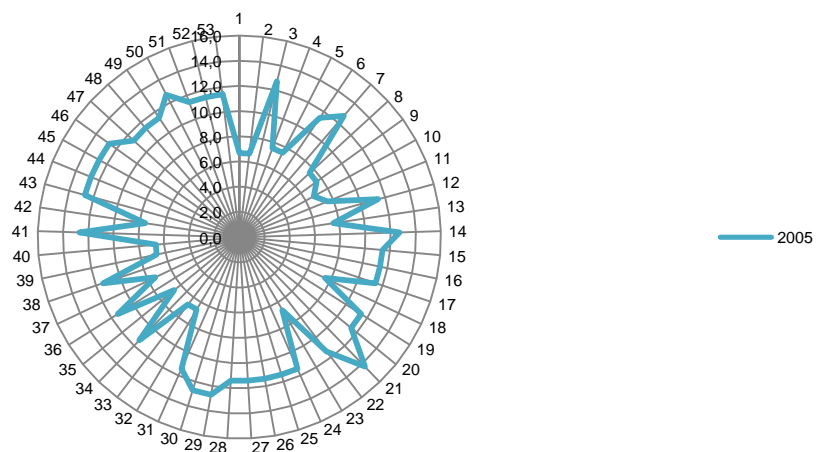
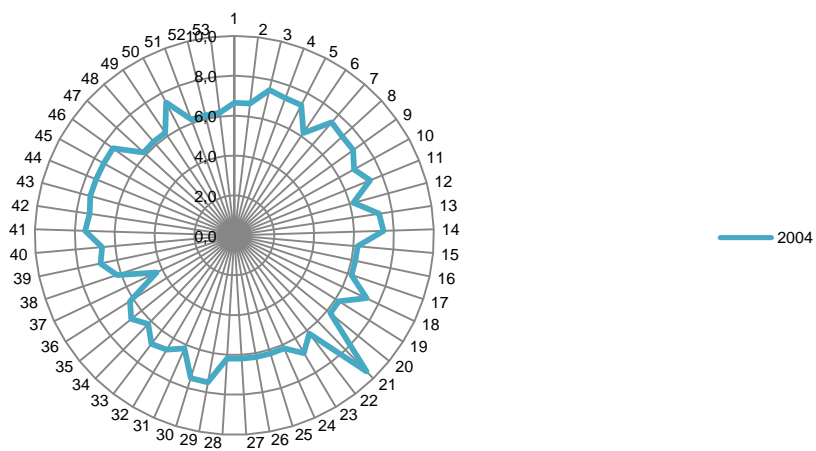
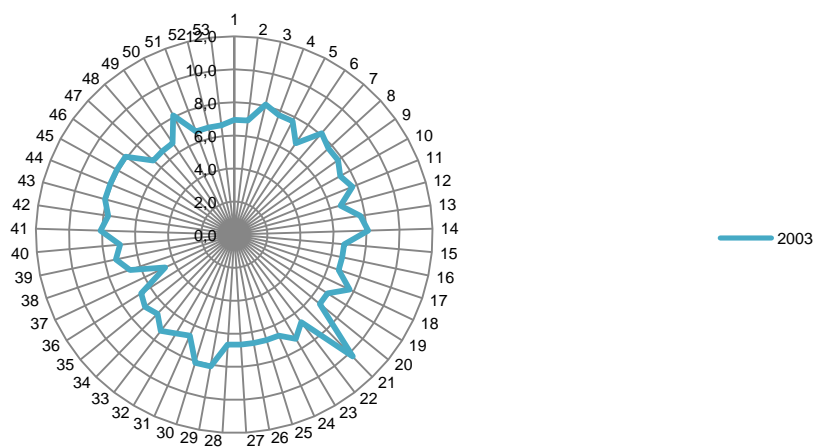
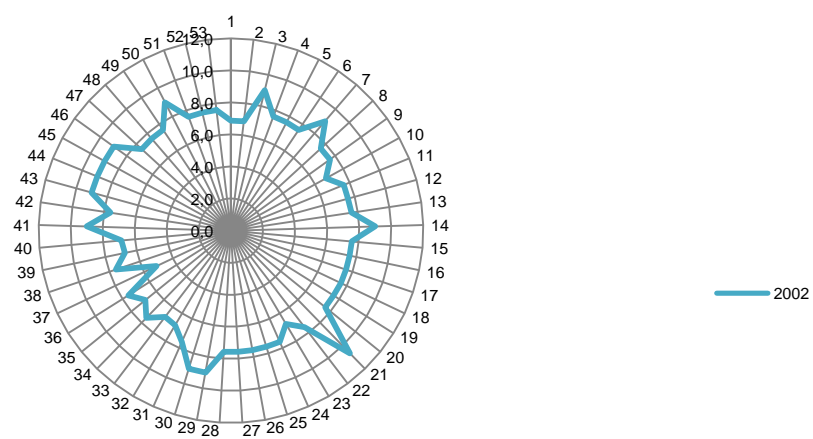
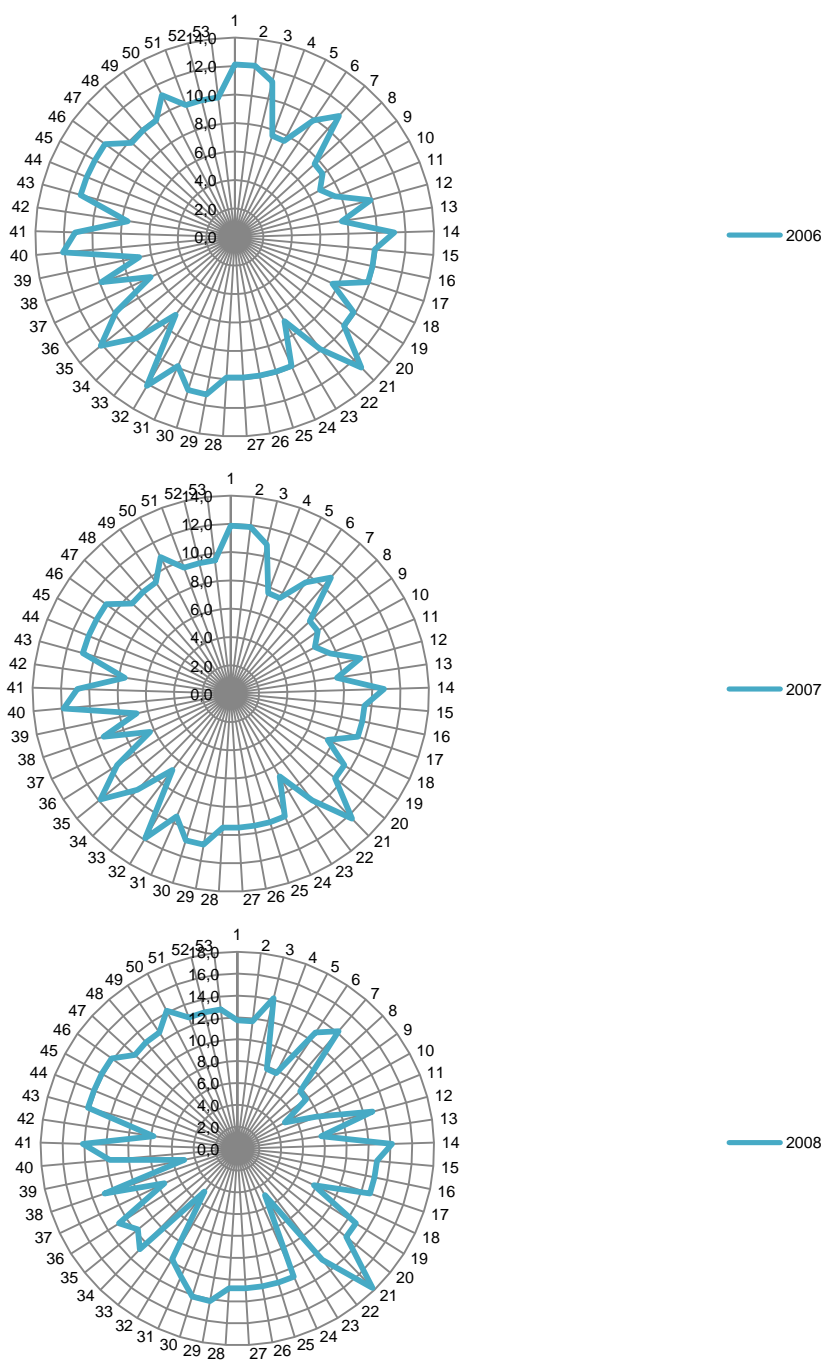


Figura III.2 – Gráficos referentes à morbilidade anual por freguesia de Lisboa (valores em %).



1-Ajuda; 2-Alcântara; 3-Alto do Pina; 4-Alvalade; 5-Ameixoeira; 6-Anjos; 7-Beato; 8-Benfica; 9-Campo Grande; 10-Campolide; 11-Carnide; 12-Castelo; 13-Charneca; 14-Coração de Jesus; 15-Encarnação; 16-Graça; 17-Lapa; 18-Lumiar; 19-Madalana; 20-Mártires; 21-Marvila; 22-Mercês; 23-N.Sra.Fátima; 24-Pena; 25-Penha França; 26-Prazeres; 27-Sacramento; 28-Sta.Catarina; 29-Sta. Engrácia; 30-Sta.Isabel; 31-Sta.Justa; 32-Sta.MªBelém; 33-Sta.MªOlívais; 34-Santiago; 35-Sto.Condestável; 36-Sto.Estêvão; 37-Santos-o-Velho; 38-S.Cristóvão e S.Lourenço; 39-S.Domingos Benfica; 40-S.Francisco Xavier; 41-S.João; 42-S.João Brito; 43-S.João Deus; 44-S.Jorge Arroios; 45-S.José; 46-S.Mamede; 47-S.Miguel; 48-S.Nicolau; 49-S.Paulo; 50-S.Sebastião Pedreira; 51-S.Vicente Fora; 52-Sé; 53-Socorro.

Figura III.2 – Gráficos referentes à morbilidade anual por freguesia de Lisboa (valores em %) (continuação).

Tabela III.4 – Grandes Categorias de Diagnóstico.

GCD 1	Doenças e Perturbações do Sistema Nervoso
GCD 4	Doenças e Perturbações do Aparelho Respiratório
GCD 5	Doenças e Perturbações do Aparelho Circulatório
GCD 6	Doenças e Perturbações do Aparelho Digestivo
GCD 8	Doenças e Perturbações do Sistema Músculo-esquelético e Tecido Conjuntivo
GCD 9	Doenças e Perturbações da Pele, Tecido Celular Subcutâneo e Mama
GCD 10	Doenças e Perturbações Endócrinas Nutricionais e Metabólicas
GCD 11	Doenças e Perturbações do Rim e do Aparelho Urinário
GCD 12	Doenças e Perturbações do Aparelho Genital Masculino
GCD 13	Doenças e Perturbações do Aparelho Genital Feminino
GCD 14	Gravidez, Parto e Puerpério
GCD 16	Doenças e Perturbações do Sangue/Órgãos Hematopoiéticos e Doenças Imunológicas
GCD 18	Doenças Infecciosas e Parasitárias (Sistémicas ou de Localização Não Específica)
GCD 19	Doenças e Perturbações Mentais

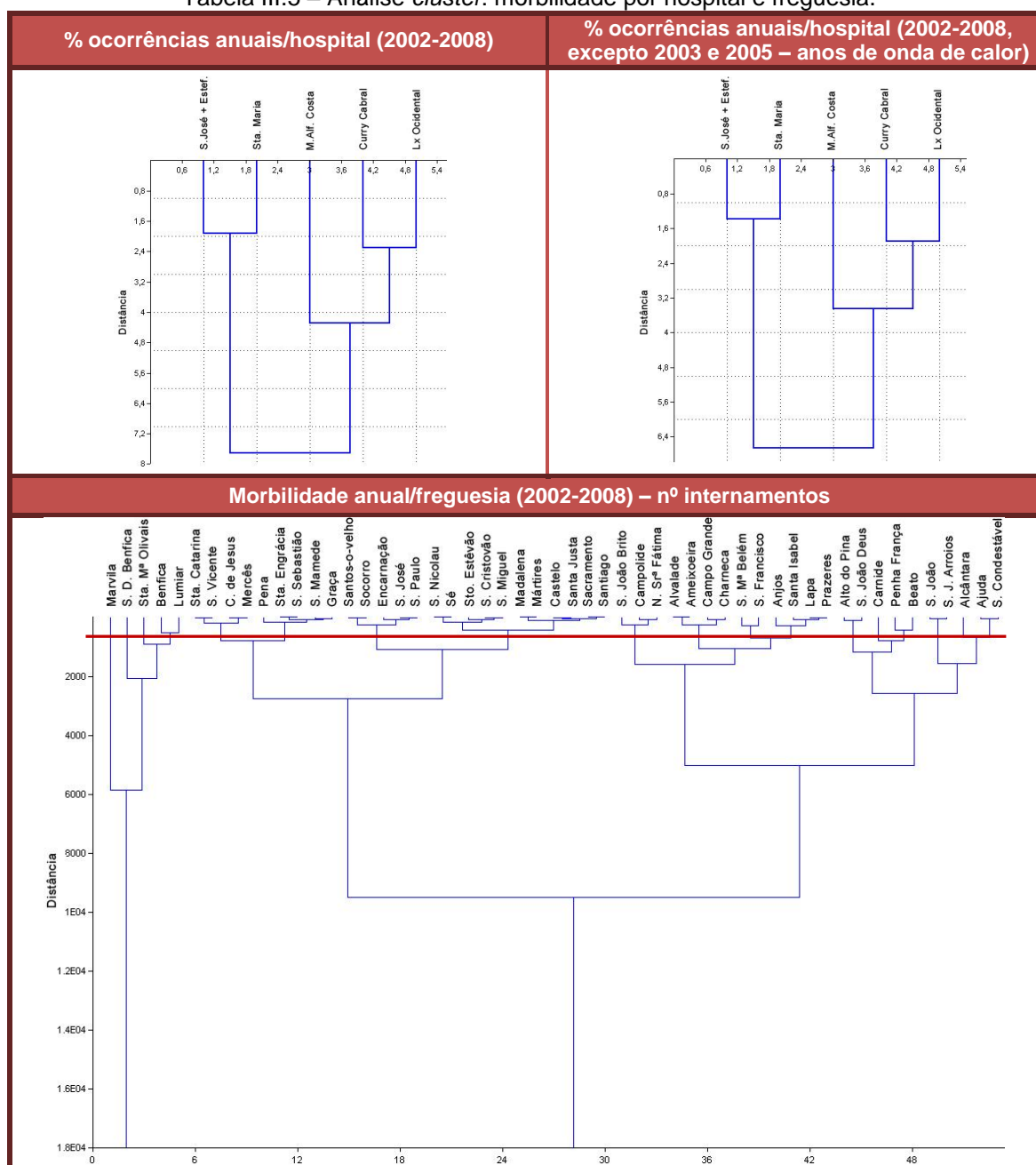
Tabela III.5 – Análise *cluster*: morbilidade por hospital e freguesia.

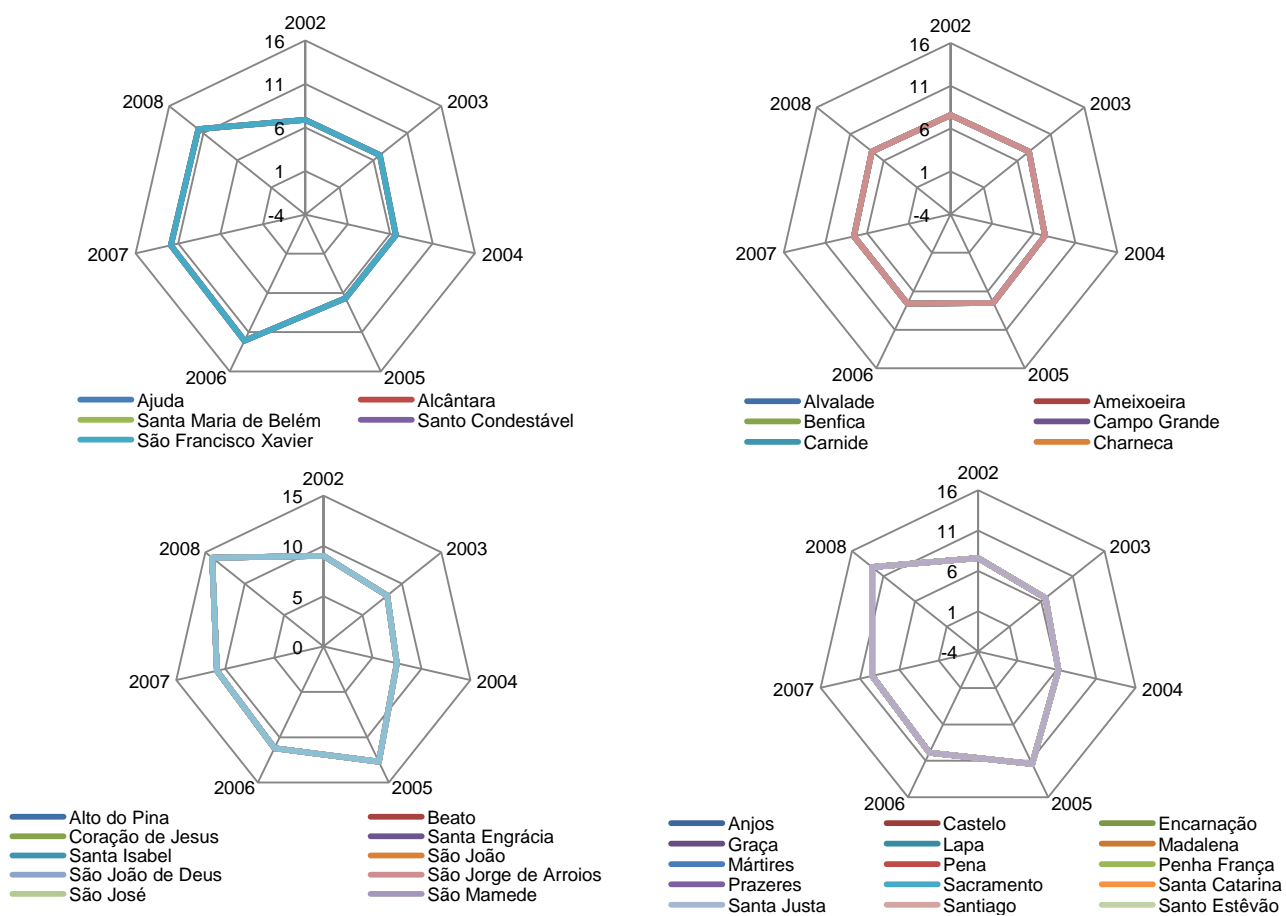
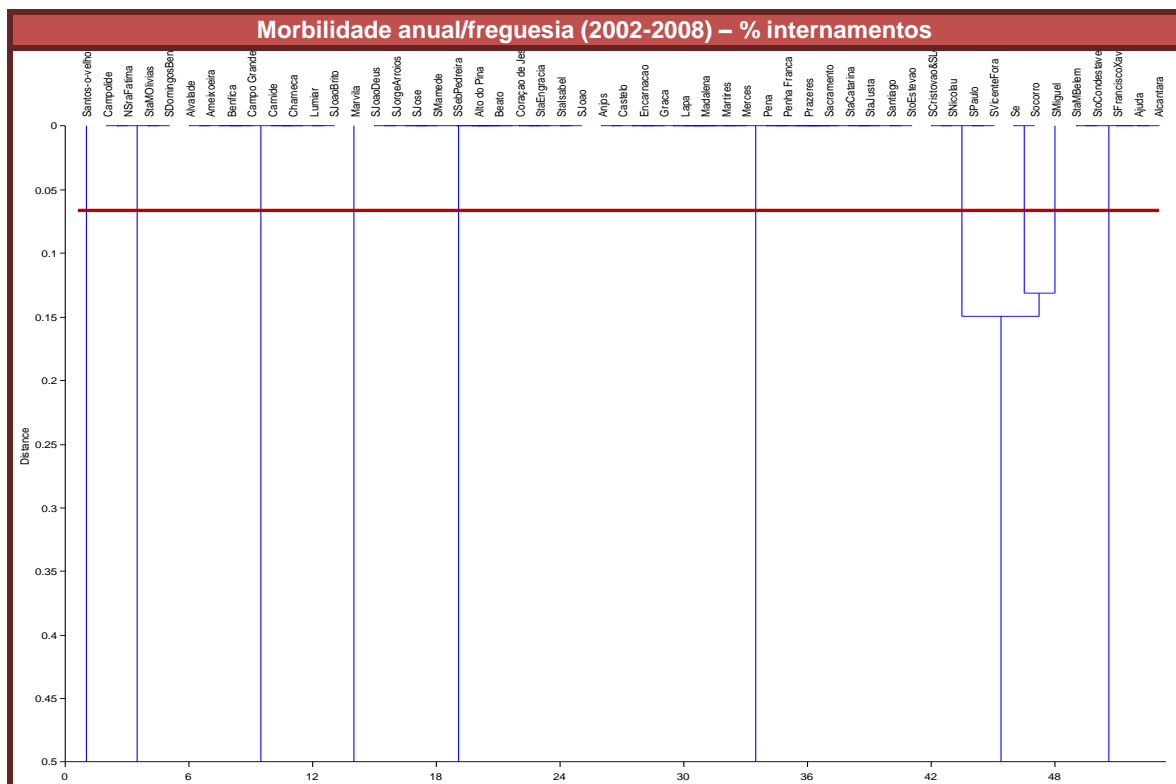
Tabela III.5 – Análise *cluster*: morbilidade por hospital e freguesia (continuação).

Figura III.3 – Gráficos referentes ao agrupamento de freguesias, resultante da análise *cluster* à morbilidade por freguesias (valores em %).

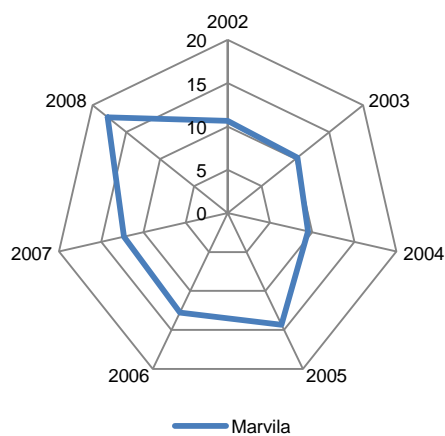
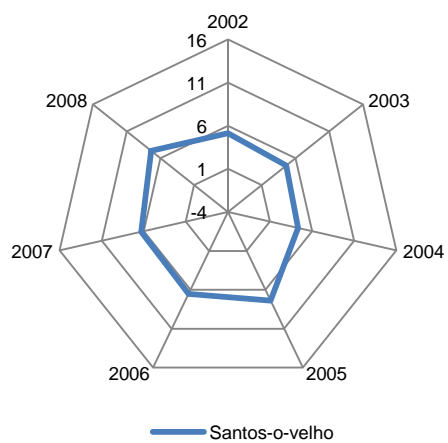
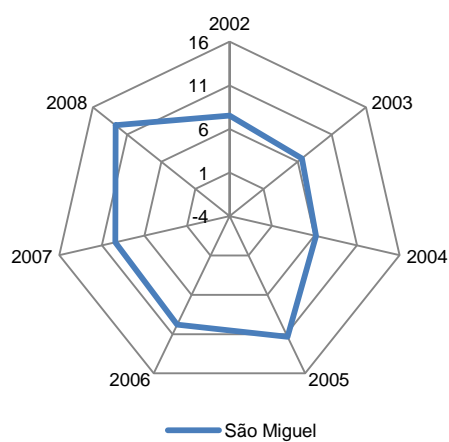
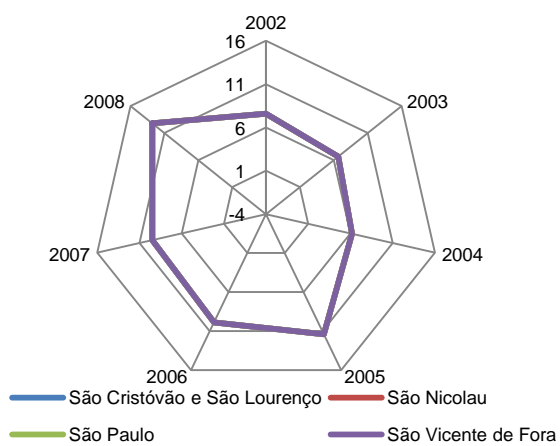
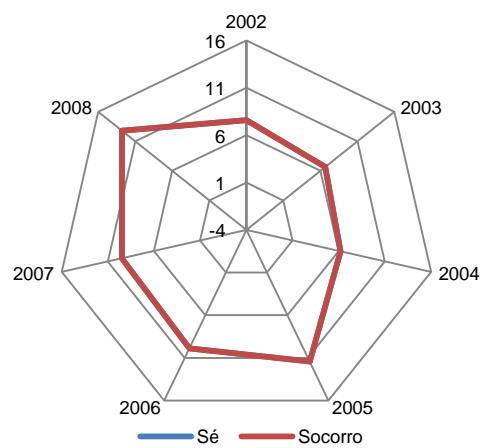
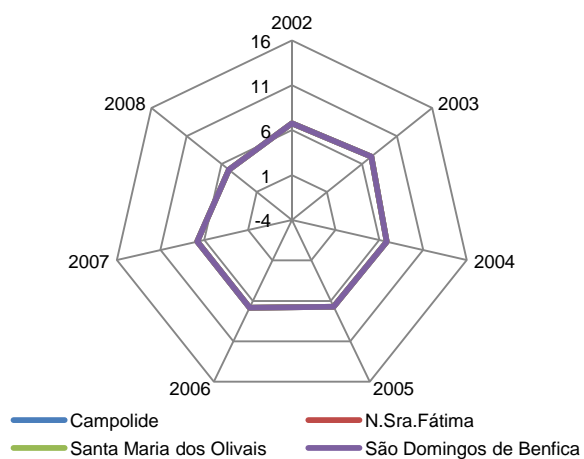


Figura III.3 – Gráficos referentes ao agrupamento de freguesias, resultante da análise *cluster* à morbilidade por freguesias (valores em %) (continuação).

APÊNDICE IV – DADOS DE MORTALIDADE

Tabela IV.1 – Erros dos dados de mortalidade com causas, faixas etárias e sexos associados.

Freguesias	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Ajuda	9,09	5,63	2,90	4,93	-2,19	7,34	8,87
Alcântara	7,45	8,96	6,92	3,53	8,62	9,93	7,69
Alto do Pina	13,07	8,29	8,33	8,57	8,70	13,33	4,51
Alvalade	7,22	6,09	5,62	2,91	10,00	6,86	12,50
Ameixoeira	9,82	12,90	0,00	5,05	13,68	6,84	-3,90
Anjos	11,07	14,48	10,00	7,59	16,11	5,03	6,98
Beato	10,28	11,20	1,72	6,80	8,05	3,33	3,60
Benfica	6,00	6,34	5,36	5,20	3,51	4,12	5,93
Campo Grande	11,61	7,50	5,94	0,52	9,35	11,52	8,16
Campolide	6,67	6,29	4,56	4,68	9,05	8,20	3,06
Carnide	8,45	11,94	1,40	5,74	6,32	8,02	8,24
Castelo	4,55	0,00	0,00	5,88	8,33	-16,67	-45,45
Charneca	15,29	19,75	3,66	5,41	-2,82	2,90	12,12
Coração de Jesus	7,69	17,07	12,50	3,39	-6,78	15,58	10,91
Encarnação	17,81	10,98	0,00	-1,92	-11,76	-18,00	11,11
Graça	7,78	10,37	2,27	4,38	11,97	6,14	7,02
Lapa	10,44	7,53	4,67	12,16	9,90	22,92	4,35
Lumiar	5,21	7,42	4,98	7,42	6,50	5,75	5,30
Madalena	0,00	0,00	0,00	-28,57	-14,29	0,00	-50,00
Mártires	0,00	0,00	33,33	-60,00	0,00	-66,67	0,00
Marvila	4,57	5,33	5,40	4,49	4,47	4,10	4,75
Mercês	13,01	10,28	0,00	10,58	8,57	-9,23	21,82
Nossa Senhora de Fátima	7,76	5,79	5,68	7,49	4,12	1,96	3,99
Pena	13,91	16,88	11,48	9,60	12,16	20,62	9,64
Penha de França	7,10	7,10	1,20	3,02	13,28	9,06	5,00
Prazeres	15,22	14,89	6,20	5,77	-3,16	12,35	11,72
Sacramento	0,00	15,38	11,11	-66,67	-50,00	-9,09	-25,00
Santa Catarina	18,29	12,94	1,22	1,08	21,28	11,11	11,76
Santa Engrácia	7,52	14,81	17,07	3,92	-1,19	12,50	8,82
Santa Isabel	15,79	13,25	9,02	14,89	12,69	-1,00	2,78
Santa Justa	4,17	11,11	5,56	-28,57	9,52	-5,26	-7,14
Santa Maria de Belém	11,71	7,33	10,84	2,76	10,71	12,32	7,33
Santa Maria dos Olivais	5,42	3,75	3,16	3,32	3,86	4,51	2,77
Santiago	0,00	20,00	-7,14	5,56	-7,14	-100,00	-33,33
Santo Condestável	6,01	6,14	5,78	7,61	1,00	4,44	2,26
Santo Estêvão	20,34	15,69	-5,56	13,04	-7,14	-26,09	-11,90
Santos-o-Velho	13,00	22,83	-7,04	10,11	5,88	4,62	-2,86
S. Cristóvão e S. Lourenço	3,70	0,00	3,33	0,00	-4,76	-11,76	-36,36
São Domingos de Benfica	4,14	4,04	5,96	5,21	4,88	4,07	1,90
São Francisco Xavier	15,63	11,65	9,23	17,89	17,39	22,62	12,35
São João	6,86	4,78	3,44	6,43	2,38	4,33	7,12
São João de Brito	7,92	8,95	4,13	9,38	7,53	7,63	4,43
São João de Deus	9,34	8,15	5,88	4,56	12,11	0,00	7,92
São Jorge de Arroios	6,37	7,61	2,93	4,36	7,42	4,56	7,24
São José	20,29	10,67	5,08	-18,18	-35,00	11,54	4,65
São Mamede	18,63	6,12	13,64	19,80	11,11	9,43	0,00
São Miguel	19,44	13,16	-7,69	0,00	-10,34	-20,00	-14,29
São Nicolau	14,29	21,05	-9,52	-12,50	-8,33	-8,33	-12,50
São Paulo	16,16	11,11	12,00	7,50	-2,33	-4,17	23,91
São Sebastião da Pedreira	13,57	9,35	9,02	6,14	7,84	6,67	3,09
São Vicente de Fora	17,82	12,16	10,67	12,12	-7,55	10,00	8,06
Sé	20,00	5,56	-4,17	-12,50	-28,57	-36,36	-63,64
Socorro	13,41	13,79	-6,76	14,67	1,69	3,85	15,56

Erros superiores a 10% (positivos e negativos).

Tabela IV.2 – Erros dos dados de mortalidade por faixas etárias.

Freguesias	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Ajuda	1,23	1,24	1,01	0,91	2,20	0,40	1,03
Alcântara	1,91	1,39	0,80	0,86	1,20	1,61	0,81
Alto do Pina	1,53	2,76	2,54	0,80	1,87	0,75	0,00
Alvalade	0,00	2,61	3,85	3,70	1,75	1,96	2,00
Ameixoeira	2,33	5,61	3,92	3,00	5,81	3,70	6,98
Anjos	2,14	2,25	2,79	1,59	1,27	2,14	0,69
Beato	0,99	1,54	1,52	0,90	0,89	1,54	1,90
Benfica	1,05	0,21	0,65	1,15	0,44	0,41	0,85
Campo Grande	1,69	1,08	1,69	3,57	1,49	2,08	1,82
Campolide	1,13	0,36	1,18	1,29	1,55	1,44	0,50
Carnide	0,55	1,10	2,99	1,53	3,01	1,09	2,40
Castelo	18,75	20,00	26,67	12,50	-16,67	0,00	13,33
Charneca	10,67	9,09	2,47	7,69	6,25	9,09	4,62
Coração de Jesus	3,23	4,69	3,45	6,45	2,82	4,55	7,84
Encarnação	1,67	1,61	5,88	6,00	8,57	6,00	6,52
Graça	1,48	2,70	2,50	2,65	1,04	2,94	2,80
Lapa	2,90	1,32	2,36	1,64	1,04	0,81	1,72
Lumiar	2,02	0,34	1,05	1,60	1,97	0,64	1,20
Madalena	0,00	27,27	0,00	37,50	0,00	0,00	22,22
Mártires	27,27	0,00	0,00	0,00	0,00	-12,50	-100,00
Marvila	0,69	0,64	0,46	0,80	0,24	0,74	0,87
Mercês	2,22	3,41	4,05	3,41	4,76	4,48	8,06
Nossa Senhora de Fátima	0,78	2,47	3,09	0,84	2,80	2,30	0,40
Pena	3,97	2,36	2,63	3,36	3,94	6,38	6,17
Penha de França	1,68	1,25	0,49	2,80	0,44	0,87	0,44
Prazeres	3,36	2,70	2,97	4,26	3,96	3,75	1,89
Sacramento	7,14	-66,67	11,76	20,00	0,00	-14,29	-28,57
Santa Catarina	4,62	2,90	1,39	6,17	7,89	5,13	3,85
Santa Engrácia	0,97	5,95	2,78	5,56	2,30	4,88	4,30
Santa Isabel	1,60	3,28	0,00	1,11	2,65	2,06	0,98
Santa Justa	8,33	-8,33	25,00	16,67	50,00	13,64	-16,67
Santa Maria de Belém	2,87	3,13	3,57	2,47	2,63	2,19	0,72
Santa Maria dos Olivais	0,69	0,33	0,53	0,64	0,91	0,17	0,52
Santiago	35,71	28,57	21,43	29,41	14,29	20,00	33,33
Santo Condestável	1,21	0,71	1,18	2,14	1,15	1,65	1,23
Santo Estêvão	2,08	11,11	11,43	13,33	9,30	10,00	2,22
Santos-o-Velho	1,22	2,70	0,00	2,44	3,85	1,61	2,67
S. Cristóvão e S. Lourenço	12,50	10,00	3,70	10,34	13,04	14,29	18,75
São Domingos de Benfica	0,56	1,45	1,51	2,31	0,60	0,53	1,24
São Francisco Xavier	4,76	1,15	3,23	2,22	2,70	2,53	1,37
São João	2,52	0,38	1,24	1,01	2,29	0,00	1,29
São João de Brito	0,98	0,93	0,49	0,86	1,94	1,44	0,88
São João de Deus	1,55	0,93	0,96	1,03	0,60	0,68	0,56
São Jorge de Arroios	0,31	0,98	0,34	0,69	0,63	1,50	1,17
São José	7,55	2,99	3,77	4,88	5,00	5,26	4,35
São Mamede	2,52	3,60	0,00	3,61	3,53	3,30	4,88
São Miguel	3,03	6,45	7,41	8,82	13,79	12,50	12,00
São Nicolau	8,00	9,38	10,53	52,94	15,38	18,18	10,00
São Paulo	4,88	10,00	7,55	4,11	8,70	11,11	6,67
São Sebastião da Pedreira	2,56	1,90	3,00	3,00	2,06	4,76	3,37
São Vicente de Fora	1,28	3,13	4,35	0,00	5,56	1,47	10,34
Sé	18,18	10,71	7,14	18,18	20,00	46,67	35,29
Socorro	10,77	6,94	2,94	7,35	4,69	6,12	6,67

Erros superiores a 10% (positivos e negativos).

Tabela IV.3 – Mortalidade registada por freguesia da cidade de Lisboa (nº e % de óbitos).

Freguesias	2002		2003		2004		2005		2006		2007		2008	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Ajuda	320	1,8	318	1,8	293	1,6	325	1,8	267	1,5	251	1,4	288	1,6
Alcântara	257	1,8	283	2,0	247	1,7	231	1,6	247	1,7	244	1,7	246	1,7
Alto do Pina	129	1,3	141	1,4	115	1,1	124	1,2	105	1,0	133	1,3	130	1,3
Alvalade	161	1,7	149	1,5	150	1,6	156	1,6	168	1,7	150	1,6	147	1,5
Ameixoeira	84	0,9	101	1,0	98	1,0	97	1,0	81	0,8	104	1,1	80	0,8
Anjos	183	1,9	174	1,8	174	1,8	186	1,9	155	1,6	137	1,4	144	1,5
Beato	200	1,4	192	1,3	195	1,4	221	1,6	223	1,6	192	1,3	206	1,4
Benfica	470	1,1	470	1,1	460	1,1	431	1,0	456	1,1	484	1,2	466	1,1
Campo Grande	175	1,6	183	1,6	174	1,6	162	1,5	199	1,8	188	1,7	162	1,5
Campolide	262	1,6	274	1,7	251	1,6	229	1,4	191	1,2	205	1,3	200	1,3
Carnide	182	1,0	179	0,9	195	1,0	193	1,0	161	0,8	182	1,0	163	0,9
Castelo	13	2,2	4	0,7	11	1,9	14	2,4	7	1,2	6	1,0	13	2,2
Charneca	67	0,6	60	0,6	79	0,8	72	0,7	75	0,7	70	0,7	62	0,6
Coração de Jesus	60	1,4	61	1,4	56	1,3	58	1,3	69	1,6	63	1,5	47	1,1
Encarnação	59	1,9	61	1,9	48	1,5	47	1,5	32	1,0	47	1,5	43	1,4
Graça	133	1,9	108	1,6	117	1,7	110	1,6	95	1,4	99	1,4	104	1,5
Lapa	134	1,5	149	1,7	124	1,4	120	1,4	95	1,1	122	1,4	114	1,3
Lumiar	291	0,8	293	0,8	283	0,8	308	0,8	298	0,8	311	0,8	330	0,9
Madalena	7	1,8	8	2,1	5	1,3	5	1,3	5	1,3	2	0,5	7	1,8
Mártires	8	2,3	1	0,3	7	2,1	4	1,2	3	0,9	9	2,6	4	1,2
Marvila	429	1,1	463	1,2	432	1,1	373	1,0	412	1,1	400	1,0	343	0,9
Mercês	88	1,7	85	1,7	71	1,4	85	1,7	60	1,2	64	1,3	57	1,1
Nossa Sra. Fátima	255	1,7	237	1,5	188	1,2	237	1,5	208	1,4	212	1,4	247	1,6
Pena	121	2,0	124	2,0	111	1,8	115	1,9	122	2,0	88	1,5	76	1,3
Penha França	234	1,7	237	1,7	205	1,5	208	1,5	225	1,6	228	1,7	224	1,6
Prazeres	115	1,4	108	1,3	98	1,2	90	1,1	97	1,1	77	0,9	104	1,2
Sacramento	13	1,5	10	1,1	15	1,7	12	1,4	5	0,6	8	0,9	9	1,0
Sta. Catarina	62	1,5	67	1,6	71	1,7	76	1,9	70	1,7	74	1,8	50	1,2
Sta. Engrácia	102	1,7	79	1,3	70	1,2	85	1,5	85	1,5	78	1,3	89	1,5
Sta. Isabel	123	1,7	118	1,6	105	1,4	89	1,2	110	1,5	95	1,3	101	1,4
Sta. Justa	22	3,1	13	1,9	12	1,7	15	2,1	9	1,3	19	2,7	14	2,0
Sta. Mª de Belém	169	1,7	155	1,6	162	1,7	158	1,6	111	1,1	134	1,4	138	1,4
Sta. Mª dos Olivais	576	1,2	606	1,3	568	1,2	619	1,3	543	1,2	585	1,3	576	1,2
Santiago	9	1,1	15	1,8	11	1,3	12	1,4	12	1,4	8	0,9	8	0,9
Sto. Condestável	245	1,4	281	1,6	252	1,4	229	1,3	257	1,5	238	1,4	240	1,4
Sto. Estêvão	47	2,3	40	2,0	31	1,5	39	1,9	39	1,9	27	1,3	44	2,1
Santos-O-Velho	81	2,0	72	1,8	73	1,8	80	2,0	75	1,9	61	1,5	73	1,8
S.Cristóvão/S.Lourenço	21	1,3	18	1,1	26	1,6	26	1,6	20	1,2	18	1,1	13	0,8
S.Domingos Benfica	358	1,1	340	1,0	326	1,0	339	1,0	334	1,0	372	1,1	319	0,9
S.Francisco Xavier	80	1,0	86	1,1	60	0,7	88	1,1	72	0,9	77	1,0	72	0,9
S. João	232	1,4	259	1,5	239	1,4	293	1,7	213	1,2	236	1,4	230	1,3
S. João de Brito	202	1,5	213	1,6	203	1,5	230	1,7	202	1,5	206	1,5	226	1,7
S. João de Deus	191	1,8	212	2,0	206	1,9	192	1,8	167	1,5	146	1,4	176	1,6
S. Jorge de Arroios	325	1,9	304	1,7	294	1,7	287	1,6	315	1,8	262	1,5	254	1,5
S. José	49	1,5	65	2,0	51	1,6	39	1,2	57	1,7	54	1,6	44	1,3
S. Mamede	116	1,9	107	1,8	76	1,3	80	1,3	82	1,4	88	1,5	78	1,3
S. Miguel	32	1,8	29	1,6	25	1,4	31	1,7	25	1,4	21	1,2	22	1,2
S. Nicolau	23	2,0	29	2,5	17	1,4	8	0,7	11	0,9	9	0,8	18	1,5
S. Paulo	78	2,2	54	1,5	49	1,4	70	2,0	42	1,2	40	1,1	42	1,2
S. Sebastião Pedreira	114	1,9	103	1,8	97	1,7	97	1,7	95	1,6	80	1,4	86	1,5
S. Vicente de Fora	77	1,8	62	1,5	66	1,5	68	1,6	51	1,2	67	1,6	52	1,2
Sé	18	1,6	25	2,2	26	2,2	18	1,6	12	1,0	8	0,7	11	0,9
Socorro	58	2,2	67	2,5	66	2,5	63	2,4	61	2,3	46	1,7	42	1,6
TOTAL LISBOA	7860		7892		7384		7544		7131		7125		7034	

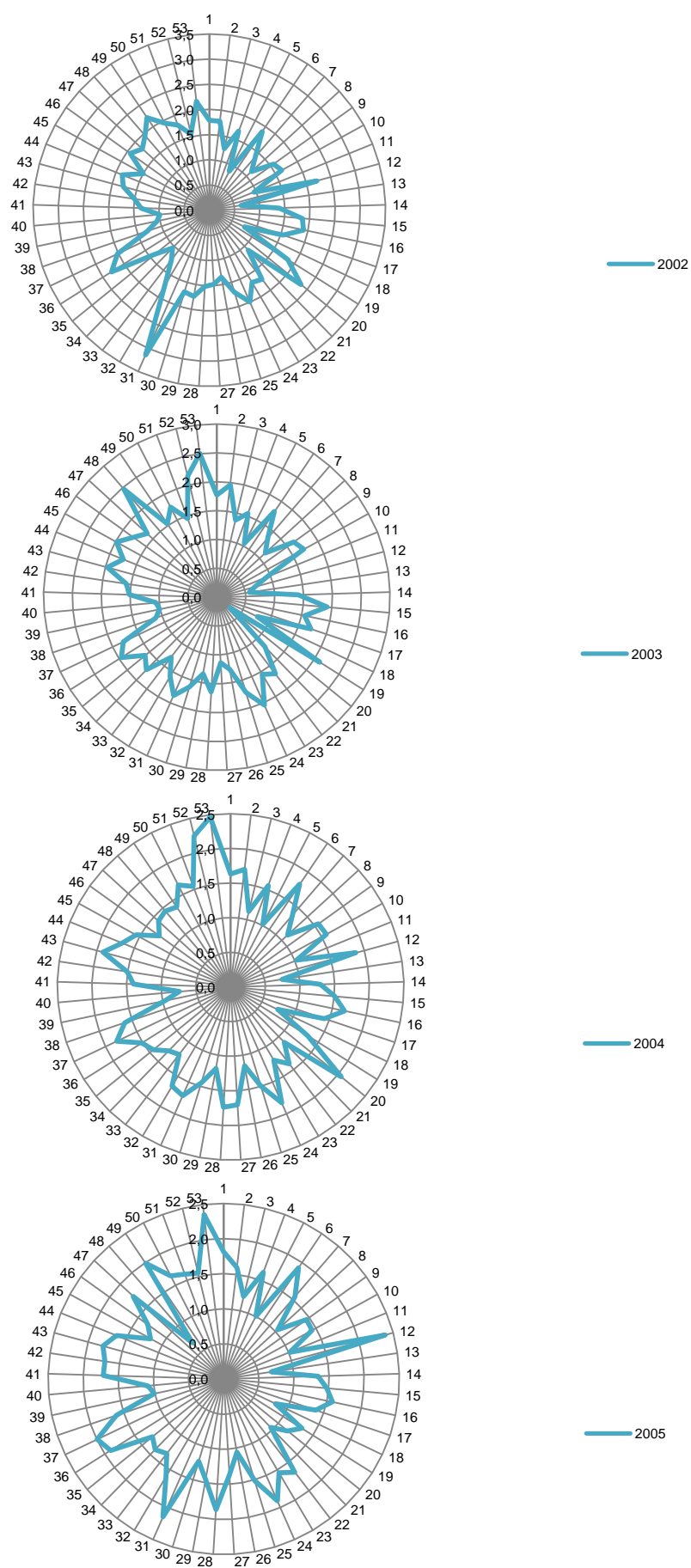
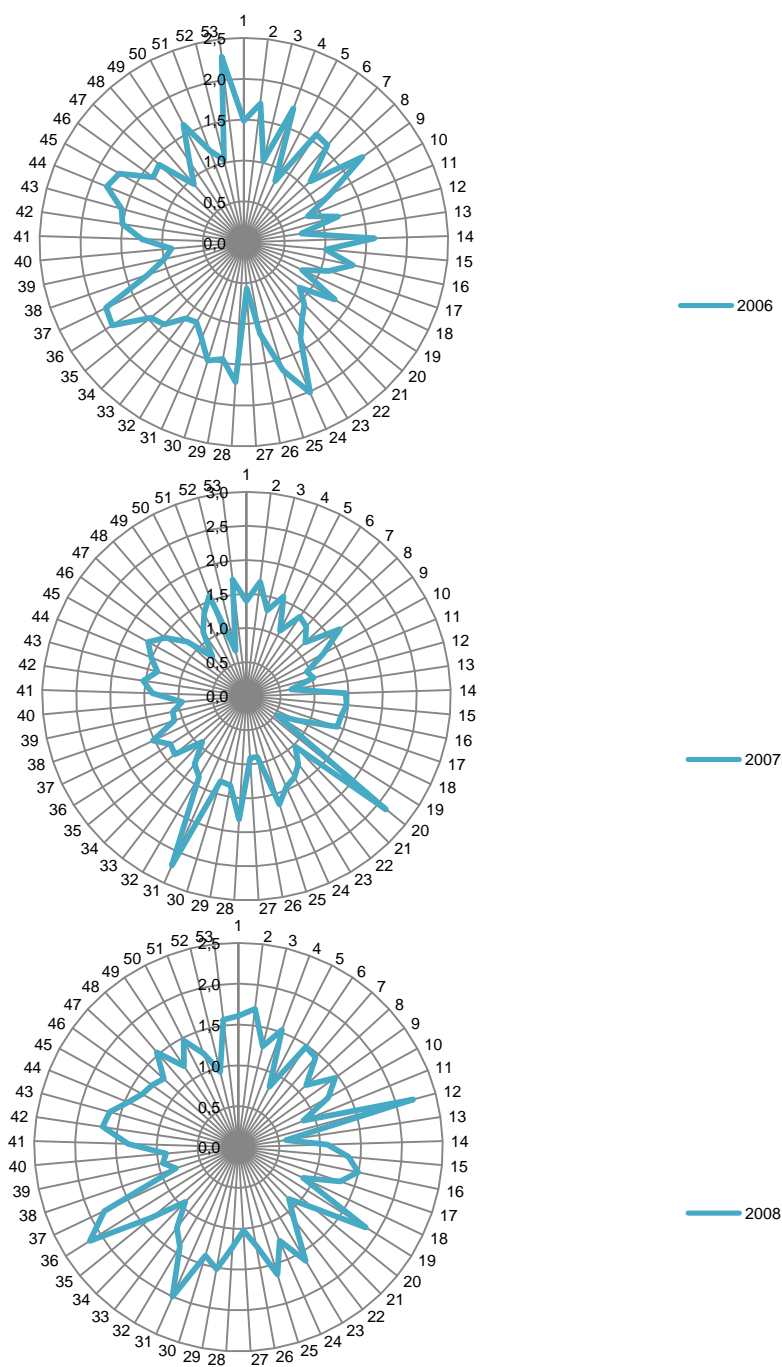


Figura IV.1 – Gráficos referentes à mortalidade anual por freguesia de Lisboa (valores em %).

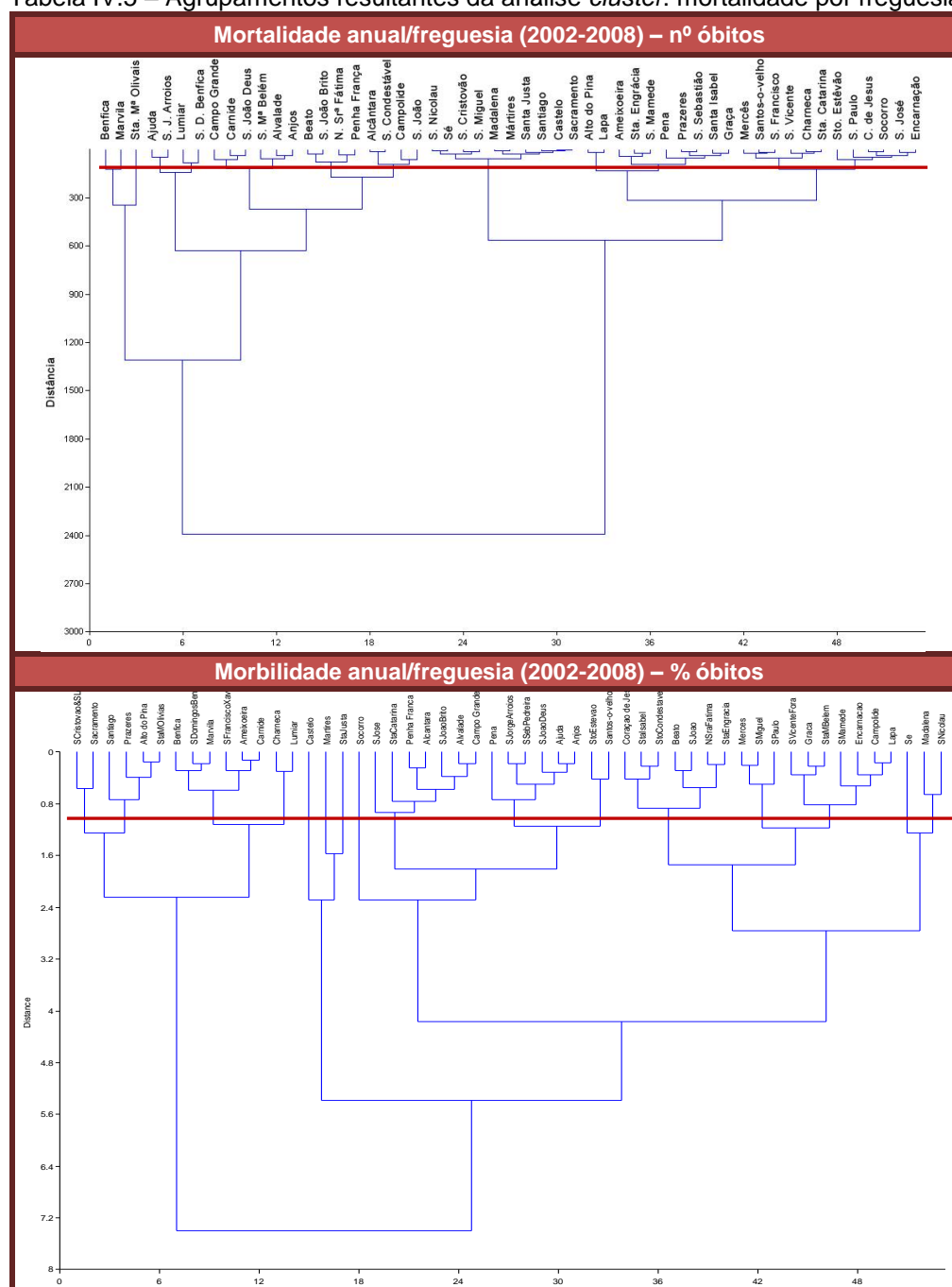


1-Ajuda; 2-Alcântara; 3-Alto do Pina; 4-Alvalade; 5-Ameixoeira; 6-Anjos; 7-Beato; 8-Benfica; 9-Campo Grande; 10-Campolide; 11-Carnide; 12-Castelo; 13-Charneca; 14-Coração de Jesus; 15-Encarnação; 16-Graça; 17-Lapa; 18-Lumiar; 19-Madalana; 20-Mártires; 21-Marvila; 22-Mercês; 23-N.Sra.Fátima; 24-Pena; 25-Penha França; 26-Prazeres; 27-Sacramento; 28-Sta.Catarina; 29-Sta. Engrácia; 30-Sta.Isabel; 31-Sta.Justa; 32-Sta.MªBelém; 33-Sta.MªOlivais; 34-Santiago; 35-Sto.Condestável; 36-Sto.Estêvão; 37-Santos-o-Velho; 38-S.Cristóvão e S.Lourenço; 39-S.Domingos Benfica; 40-S.Francisco Xavier; 41-S.João; 42-S.João Brito; 43-S.João Deus; 44-S.Jorge Arroios; 45-S.José; 46-S.Mamede; 47-S.Miguel; 48-S.Nicolau; 49-S.Paulo; 50-S.Sebastião Pedreira; 51-S.Vicente Fora; 52-Sé; 53-Socorro.

Figura IV.1 – Gráficos referentes à mortalidade anual por freguesia de Lisboa (valores em %) (continuação).

Tabela IV.4 – Classificação Internacional de Doenças.

C000-C979	Tumores malignos
E100-E149	Diabetes <i>mellitus</i>
E860-E879	Depleção de volume e outros transtornos do equilíbrio hidroeletrólítico e ácido-básico
I000-1999	Doenças do aparelho circulatório
I200-1259	Doença isquémica do coração
I500-1509	Insuficiência cardíaca
I600-1698	Doenças cérebro-vasculares
J000-J999	Doenças do aparelho respiratório
K000-K929	Doenças do aparelho digestivo
R000-R999	Sintomas, sinais e achados anormais de exames clínicos e de laboratório, não classificados em outra parte
V010-Y989	Causa externas de lesão e envenenamento
X309	Exposição a fogo controlado fora de um edifício ou de outro tipo de construção

Tabela IV.5 – Agrupamentos resultantes da análise *cluster*: mortalidade por freguesia.

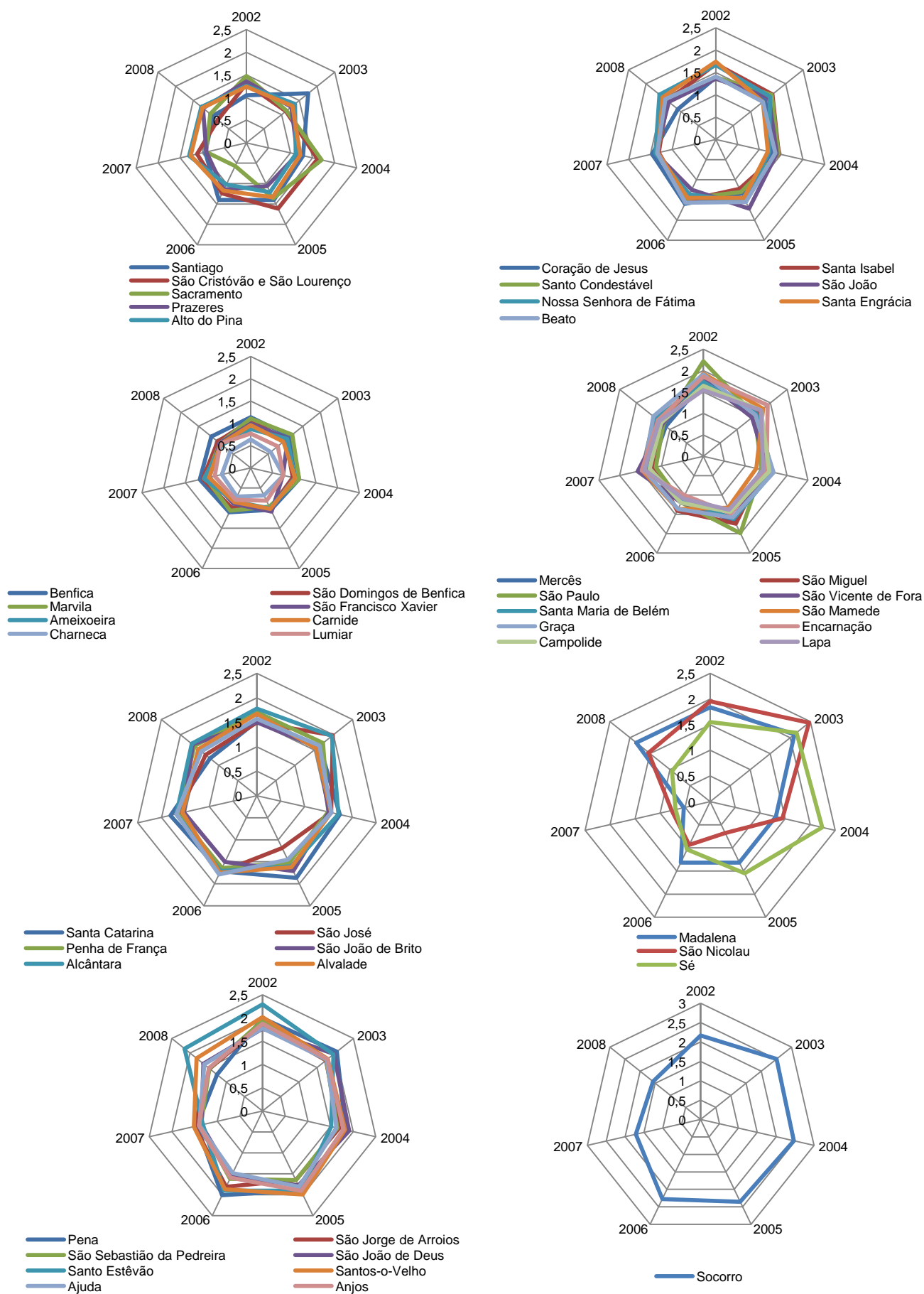


Figura IV.2 – Gráficos referentes ao agrupamento de freguesias, resultante da análise *cluster* à mortalidade por freguesias (valores em %).

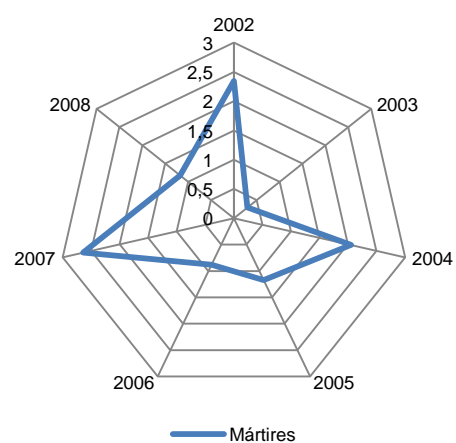
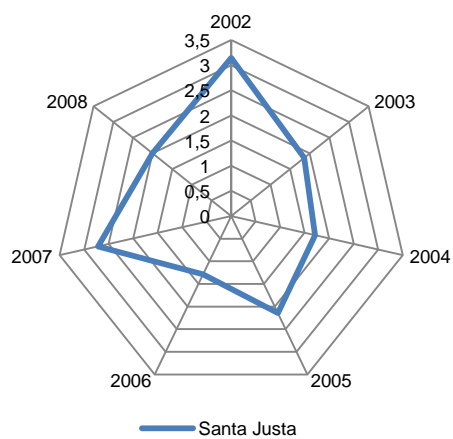


Figura IV.2 – Gráficos referentes ao agrupamento de freguesias, resultante da análise *cluster* à mortalidade por freguesias (valores em %) (continuação).

APÊNDICE V – DADOS GEOGRÁFICOS

Hypothesis Test Summary

	Null Hypothesis	Test	Sig.	Decision
1	The distribution of Area Freguesia (m2) is normal with mean 1,590,272.067 and standard deviation 2,189,236.689.	One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test	.004	Reject the null hypothesis.
2	The distribution of Altitude média is normal with mean 59.483 and standard deviation 29.766.	One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test	.910	Retain the null hypothesis.
3	The distribution of Altitude mediana is normal with mean 58.871 and standard deviation 31.367.	One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test	.618	Retain the null hypothesis.
4	The distribution of Exposição média (°) is normal with mean 167.593 and standard deviation 24.052.	One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test	.285	Retain the null hypothesis.
5	The distribution of Exposição mediana (°) is normal with mean 162.56 and standard deviation 35.201.	One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test	.432	Retain the null hypothesis.
6	The distribution of Declive média (m) is normal with mean 10.302 and standard deviation 5.083.	One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test	.128	Retain the null hypothesis.
7	The distribution of Declive mediana (m) is normal with mean 6.785 and standard deviation 5.696.	One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test	.018	Reject the null hypothesis.
8	The distribution of Energia média (w/m2) is normal with mean 175.7 and standard deviation 33.193.	One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test	.854	Retain the null hypothesis.
9	The distribution of Energia mediana (w/m2) is normal with mean 186.17 and standard deviation 44.128.	One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test	.093	Retain the null hypothesis.
10	The distribution of dist rio média (m) is normal with mean 1,861.801 and standard deviation 1,720.689.	One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test	.043	Reject the null hypothesis.
11	The distribution of dist rio mediana (m) is normal with mean 1,844.709 and standard deviation 1,725.826.	One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test	.047	Reject the null hypothesis.
12	The distribution of dist Monsanto média (m) is normal with mean 2,578.783 and standard deviation 1,418.97.	One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test	.909	Retain the null hypothesis.
13	The distribution of dist Monsanto mediana (m) is normal with mean 2,570.628 and standard deviation 1,429.138.	One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test	.959	Retain the null hypothesis.
14	The distribution of imperme. Média (%) is normal with mean 75.664 and standard deviation 16.518.	One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test	.539	Retain the null hypothesis.
15	The distribution of imperme. Mediana (%) is normal with mean 80.934 and standard deviation 19.94.	One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test	.066	Retain the null hypothesis.
16	The distribution of área verde (m2) is normal with mean 287,322.488 and standard deviation 814,453.432.	One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test	.000	Reject the null hypothesis.
17	The distribution of Área edificada (m2) is normal with mean 570,403.346 and standard deviation 928,678.933.	One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test	.001	Reject the null hypothesis.

Asymptotic significances are displayed. The significance level is .05.

Figura V.1 – Primeiro teste de Kolmogorov-Smirnov.

Hypothesis Test Summary

	Null Hypothesis	Test	Sig.	Decision
1	The distribution of Altitude média is normal with mean 59.483 and standard deviation 29.766.	One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test	.910	Retain the null hypothesis.
2	The distribution of Altitude mediana is normal with mean 58.871 and standard deviation 31.367.	One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test	.618	Retain the null hypothesis.
3	The distribution of Exposição média (°) is normal with mean 167.593 and standard deviation 24.052.	One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test	.285	Retain the null hypothesis.
4	The distribution of Exposição mediana (°) is normal with mean 162.56 and standard deviation 35.201.	One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test	.432	Retain the null hypothesis.
5	The distribution of Declive média (m) is normal with mean 10.302 and standard deviation 5.083.	One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test	.128	Retain the null hypothesis.
6	The distribution of Declive mediana (m) is normal with mean 6.785 and standard deviation 5.696.	One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test	.018	Reject the null hypothesis.
7	The distribution of Energia média (w/m2) is normal with mean 175.7 and standard deviation 33.193.	One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test	.854	Retain the null hypothesis.
8	The distribution of Energia mediana (w/m2) is normal with mean 186.17 and standard deviation 44.128.	One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test	.093	Retain the null hypothesis.
9	The distribution of dist rio média (m) is normal with mean 1,861.801 and standard deviation 1,720.689.	One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test	.043	Reject the null hypothesis.
10	The distribution of dist rio mediana (m) is normal with mean 1,844.709 and standard deviation 1,725.826.	One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test	.047	Reject the null hypothesis.
11	The distribution of dist Monsanto média (m) is normal with mean 2,578.783 and standard deviation 1,418.97.	One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test	.909	Retain the null hypothesis.
12	The distribution of dist Monsanto mediana (m) is normal with mean 2,570.628 and standard deviation 1,429.138.	One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test	.959	Retain the null hypothesis.
13	The distribution of imperme. Média (%) is normal with mean 75.664 and standard deviation 16.518.	One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test	.539	Retain the null hypothesis.
14	The distribution of imperme. Mediana (%) is normal with mean 80.934 and standard deviation 19.94.	One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test	.066	Retain the null hypothesis.
15	The distribution of área verde (m2) is normal with mean 287,322.488 and standard deviation 814,453.432.	One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test	.000	Reject the null hypothesis.
16	The distribution of Área edificada (m2) is normal with mean 570,403.346 and standard deviation 928,678.933.	One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test	.001	Reject the null hypothesis.
17	The distribution of LnmediaRio is normal with mean 7.081 and standard deviation 1.017.	One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test	.844	Retain the null hypothesis.
18	The distribution of LnMedianaRio is normal with mean 7.053 and standard deviation 1.046.	One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test	.921	Retain the null hypothesis.
19	The distribution of LnAVerde is normal with mean 7.757 and standard deviation 5.506.	One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test	.027	Reject the null hypothesis.
20	The distribution of LnAEducada is normal with mean 12.561 and standard deviation 1.19.	One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test	.979	Retain the null hypothesis.

Asymptotic significances are displayed. The significance level is .05.

Figura V.2 – Segundo teste de Kolmogorov-Smirnov.

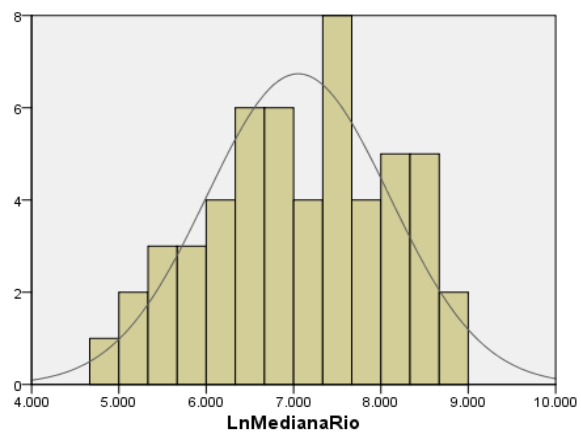
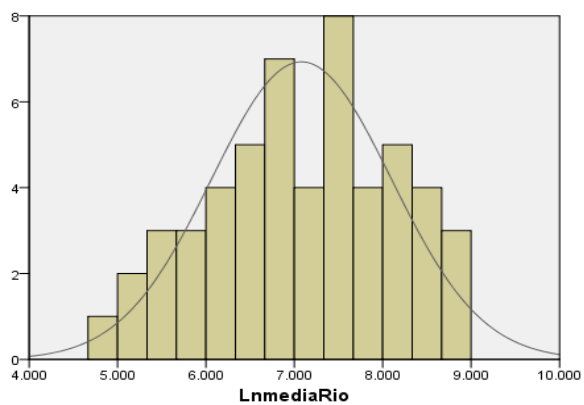


Figura V.3 – Histogramas da logaritmização dos valores da distância ao rio por freguesia.

APÊNDICE VI – ANÁLISE DE CORRELAÇÕES E EXPLICATIVA

Tabela VI.1 – Matriz de correlações de Pearson: parâmetros físicos e temperaturas (freguesias).

		Méd Inver	Méd Verão	Mín Inver	Mín Verão	Máx Inver	Máx Verão	Méd Inver 030507	Méd Verão 030507	Mín Inver 030507	Mín Verão 030507	Máx Inver 030507	Máx Verão 030507	Máx JulSet03	Mín JulSet03	Méd JulSet 03
Altitude (m)	Correl.	-.480	-.383	-.412	-.591	-.452	-.336	-.605	-.482	-.428	-.627	-.367	-.295	-.088	-.125	-.103
	Sig.	.000	.005	.002	.000	.001	.014	.000	.000	.001	.000	.007	.032	.530	.373	.465
	N	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53
Exposição (°)	Correl.	-.044	-.103	-.017	-.114	.075	-.032	-.054	-.144	-.006	-.149	.028	-.057	-.157	-.167	-.161
	Sig.	.757	.465	.903	.417	.595	.823	.700	.304	.967	.286	.845	.685	.263	.233	.251
	N	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53
Declive (m)	Correl.	.339	.342	.144	.323	.288	.304	.381	.414	.175	.404	.266	.304	.168	.184	.175
	Sig.	.013	.012	.304	.019	.036	.027	.005	.002	.209	.003	.054	.027	.229	.186	.211
	N	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53
Energia (w/m²)	Correl.	.254	.215	.360	.539	.170	.124	.374	.357	.234	.468	.108	.124	.280	.314	.294
	Sig.	.066	.121	.008	.000	.223	.375	.006	.009	.092	.000	.441	.376	.042	.022	.033
	N	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53
Dist. Rio (m)	Correl.	-.654	-.498	-.581	-.731	-.620	-.475	-.807	-.565	-.694	-.821	-.509	-.380	.110	.066	.093
	Sig.	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.005	.431	.641	.508
	N	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53
Dist. Monsanto (m)	Correl.	-.265	-.088	.040	.285	-.375	-.228	-.177	.146	-.341	.058	-.351	-.106	.685	.707	.694
	Sig.	.055	.532	.775	.039	.006	.101	.205	.297	.013	.680	.010	.451	.000	.000	.000
	N	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53
Dist. Centro Lx (m)	Correl.	.081	-.005	.139	.096	.272	.089	.138	-.003	.138	.043	.175	.046	-.181	-.108	.139
	Sig.	.565	.971	.322	.496	.049	.524	.325	.981	.325	.759	.211	.744	.194	.441	.321
	N	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53
Impermeabilização (%)	Correl.	.333	.322	.347	.588	.209	.208	.452	.475	.254	.572	.171	.217	.329	.368	.344
	Sig.	.015	.019	.011	.000	.133	.136	.001	.000	.066	.000	.221	.118	.016	.007	.012
	N	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53
Área edificada (%)	Correl.	.317	.312	.286	.542	.266	.227	.428	.483	.154	.500	.202	.250	.393	.424	.405
	Sig.	.021	.023	.038	.000	.054	.101	.001	.000	.270	.000	.147	.071	.004	.002	.003
	N	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53
Área verde (%)	Correl.	-.010	-.042	-.248	-.424	.115	.092	-.123	-.202	-.037	-.294	.122	.048	-.386	-.420	-.399
	Sig.	.943	.767	.073	.002	.414	.514	.381	.147	.793	.033	.384	.733	.004	.002	.003
	N	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53
**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).																
*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).																
Correlações significativas – Sig.< 0,05																

Tabela VI.2 – Matriz de correlações de Pearson: parâmetros físicos e temperaturas (estações meteorológicas).

		Méd Inver	Méd Verão	Mín Inver	Mín Verão	Máx Inver	Máx Verão	Méd Inver 030507	Méd Verão 030507	Mín Inver 030507	Mín Verão 030507	Máx Inver 030507	Máx Verão 030507	Máx JulSet 03	Mín JulSet 03	Méd JulSet 03
Dist. Rio (m)	Correl.	,771	,757	,656	,835	,830	,720	,537	,835	,589	,843	,409	,667	1	,976	,026
	Sig.	,003	,004	,021	,001	,001	,008	,072	,001	,044	,001	,186	,018		,000	,936
	N	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
Dist. Monsanto (m)	Correl.	,771	,732	,566	,723	,827	,699	,481	,794	,497	,764	,395	,653	,976	1	,094
	Sig.	,003	,007	,055	,008	,001	,011	,114	,002	,100	,004	,204	,021	,000		,772
	N	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
Altitude (m)	Correl.	,135	,045	,179	,236	,059	,203	,311	,038	,333	,297	,170	,218	,026	,094	1
	Sig.	,676	,890	,577	,460	,856	,526	,326	,906	,290	,349	,596	,495	,936	,772	
	N	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
Declive (m)	Correl.	,705	,717	,273	,070	,829	,764	,632	,806	,034	,354	,756	,770	,322	,231	,832
	Sig.	,077	,069	,553	,881	,021	,045	,127	,029	,943	,436	,049	,043	,481	,619	,020
	N	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Exposição (°)	Correl.	,802	,839	,364	,149	,693	,762	,700	,841	,168	,520	,803	,772	,293	,038	,562
	Sig.	,030	,018	,422	,749	,084	,046	,080	,018	,719	,232	,029	,042	,523	,936	,189
	N	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Energia (w/m²)	Correl.	,636	,748	,165	,104	,447	,674	,581	,895	,104	,535	,502	,698	,369	,107	,643
	Sig.	,125	,053	,724	,824	,314	,097	,171	,006	,824	,216	,251	,081	,415	,819	,119
	N	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Impermeabilização (%)	Correl.	,228	,269	,397	,533	,031	,214	,389	,416	,446	,588	,021	,164	,517	,412	,133
	Sig.	,623	,560	,378	,218	,947	,644	,388	,354	,316	,165	,965	,726	,235	,358	,777
	N	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Área edificada (%)	Correl.	,804	,759	,030	,157	,673	,701	,794	,820	,376	,643	,664	,659	,544	,526	,620
	Sig.	,029	,048	,948	,737	,098	,079	,033	,024	,405	,120	,104	,107	,207	,225	,137
	N	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Correlações significativas – Sig. < 0,05

Tabela VI.3 – Matriz de correlações de Pearson: faixas etárias.

		0-4	5-14	15-24	25-34	35-44	45-54	55-64	65-74	75+
0-4	Correlation	1	,823	,598	,295	,609	,158	,196	,758	,731
	Sig.		,000	,000	,032	,000	,259	,159	,000	,000
	N	53	53	53	53	53	53	53	53	53
5-14	Correlation	,823	1	,722	,004	,609	,280	,200	,709	,767
	Sig.	,000		,000	,977	,000	,042	,151	,000	,000
	N	53	53	53	53	53	53	53	53	53
15-24	Correlation	,598	,722	1	,325	,599	,400	,342	,792	,750
	Sig.	,000	,000		,018	,000	,003	,012	,000	,000
	N	53	53	53	53	53	53	53	53	53
25-34	Correlation	,295	,004	,325	1	,338	,183	,148	,496	,422
	Sig.	,032	,977	,018		,013	,191	,290	,000	,002
	N	53	53	53	53	53	53	53	53	53
35-44	Correlation	,609	,609	,599	,338	1	,106	,456	,608	,653
	Sig.	,000	,000	,000	,013		,450	,001	,000	,000
	N	53	53	53	53	53	53	53	53	53
45-54	Correlation	,158	,280	,400	,183	,106	1	,098	,485	,390
	Sig.	,259	,042	,003	,191	,450		,487	,000	,004
	N	53	53	53	53	53	53	53	53	53
55-64	Correlation	,196	,200	,342	,148	,456	,098	1	,274	,048
	Sig.	,159	,151	,012	,290	,001	,487		,047	,734
	N	53	53	53	53	53	53	53	53	53
65-74	Correlation	,758	,709	,792	,496	,608	,485	,274	1	,672
	Sig.	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,047		,000
	N	53	53	53	53	53	53	53	53	53
75+	Correlation	,731	,767	,750	,422	,653	,390	,048	,672	1
	Sig.	,000	,000	,000	,002	,000	,004	,734	,000	
	N	53	53	53	53	53	53	53	53	53

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Correlações significativas – Sig. < 0,05

Tabela VI.4 – Matriz de correlações de Pearson: parâmetros físicos, morbidade e mortalidade (freguesias).

		Mort AQ 0-4	Mort AQ 5-14	Mort AQ 15-24	Mort AQ 25-34	Mort AQ 35-44	Mort AQ 45-54	Mort AQ 55-64	Mort AQ 65-74	Mort AQ 75+	Morb AQ 0-4	Morb AQ 5-14	Morb AQ 15-24	Morb AQ 25-34	Morb AQ 35-44	Morb AQ 45-54	Morb AQ 55-64	Morb AQ 65-74	Morb AQ 75+
Altitude (m)	Corre	-.066	.283*	.010	-.125	-.274*	-.282*	-.359**	-.056	.218	-.513**	-.502**	-.091	.144	-.109	-.415**	-.149	.123	.195
	Sig.	.637	.040	.946	.372	.047	.041	.008	.688	.118	.000	.000	.517	.305	.435	.002	.286	.380	.162
	N	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53
Exposição (°)	Corre	.058	-.131	.143	-.102	.015	.179	.046	.170	.075	-.104	-.163	-.170	-.098	-.126	-.086	.021	.063	.104
	Sig.	.678	.348	.306	.466	.915	.200	.742	.223	.593	.457	.244	.222	.485	.370	.540	.882	.652	.457
	N	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53
Declive (m)	Corre	.176	-.206	.333*	.122	-.047	.175	.293*	.005	-.002	.067	.269	-.041	-.234	-.080	.232	-.016	-.113	-.071
	Sig.	.209	.139	.015	.384	.739	.211	.033	.972	.986	.632	.051	.770	.092	.567	.094	.911	.420	.615
	N	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53
Energia (w/m²)	Corre	.085	-.201	.023	.236	.066	.035	.274*	-.144	.302*	.405**	.582**	.062	-.254	-.061	.265	.043	-.260	-.418**
	Sig.	.547	.150	.869	.089	.640	.805	.047	.305	.028	.003	.000	.657	.067	.663	.055	.761	.060	.002
	N	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53
Dist. Rio (m)	Corre	-.040	.195	-.028	-.135	-.091	-.200	-.317*	-.006	.327*	-.481**	-.505**	-.330*	-.023	-.338*	-.695**	-.219	.150	.187
	Sig.	.774	.161	.841	.334	.515	.152	.021	.965	.017	.000	.000	.016	.869	.013	.000	.116	.283	.181
	N	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53
Dist. Monsanto (m)	Corre	.048	-.314*	.046	.009	.152	.239	.176	.166	.107	.058	.047	-.291*	-.289*	-.296*	-.044	.036	.085	.272*
	Sig.	.732	.022	.745	.951	.277	.084	.207	.236	.447	.678	.736	.035	.036	.031	.754	.799	.544	.049
	N	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53
Dist. Centro Lx(m)	Corre	-.066	-.058	.015	.132	.049	.156	.195	.356**	.050	-.090	.341*	-.216	-.077	-.019	.231	.270	.392**	.446**
	Sig.	.640	.678	.914	.347	.730	.264	.162	.009	.723	.521	.013	.121	.583	.890	.095	.051	.004	.001
	N	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53
Impermeabilização (%)	Corre	.177	-.473**	.076	.185	.146	.221	.239	-.194	-.215	.447**	.642**	-.012	-.298*	-.081	.259	-.028	-.273*	-.329*
	Sig.	.205	.000	.588	.184	.297	.111	.085	.165	.123	.001	.000	.929	.030	.563	.061	.844	.048	.016
	N	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53
Área edificada (%)	Corre	.136	-.171	.152	.199	.181	.115	.328*	-.050	-.191	.447**	.636**	-.059	-.374**	-.139	.164	-.074	-.292*	-.366**
	Sig.	.332	.220	.278	.153	.195	.414	.017	.722	.170	.001	.000	.674	.006	.320	.241	.598	.034	.007
	N	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53
Área verde (%)	Corre	-.150	.512**	-.025	-.134	-.226	-.167	-.140	.080	.045	-.286*	-.414**	.137	.286*	.211	-.035	.055	.189	.173
	Sig.	.285	.000	.860	.340	.104	.232	.318	.571	.750	.038	.002	.327	.038	.129	.806	.697	.175	.214
	N	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

* . Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Correlações significativas – Sig.< 0,05

Tabela VI.5 – Matriz de correlações de Pearson: temperaturas, morbidade e mortalidade.

		Mort AQ 0-4	Mort AQ 5-14	Mort AQ 15- 24	Mort AQ 25- 34	Mort AQ 35- 44	Mort AQ 45- 54	Mort AQ 55- 64	Mort AQ 65- 74	Mort AQ 75+	Morb AQ 0-4	Morb AQ 5-14	Morb AQ 15- 24	Morb AQ 25- 34	Morb AQ 35- 44	Morb AQ 45- 54	Morb AQ 55- 64	Morb AQ 65- 74	Morb AQ 75+
Méd Inverno	Correl	.086	-.089	.043	-.026	.009	.120	.294	-.051	-.300	.487	.492	.235	-.013	.278	.409	.069	-.266	-.354
	Sig.	.542	.525	.760	.855	.947	.390	.033	.716	.029	.000	.000	.091	.925	.044	.002	.622	.054	.009
	N	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53
Méd Verão	Correl	.112	-.098	.054	-.112	.003	.110	.280	-.078	-.249	.472	.489	.172	-.044	.208	.287	.015	-.266	-.327
	Sig.	.427	.487	.703	.424	.982	.431	.042	.580	.072	.000	.000	.219	.754	.135	.037	.917	.055	.017
	N	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53
Mín Inverno	Correl	-.044	-.071	.008	.278	.159	.219	.164	.087	-.111	.185	.273	.235	.048	.186	.464	.172	-.027	-.009
	Sig.	.755	.612	.956	.044	.254	.116	.240	.535	.428	.185	.048	.091	.735	.182	.000	.218	.848	.949
	N	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53
Mín Verão	Correl	.039	-.224	.058	.227	.224	.341	.327	.078	-.213	.430	.547	.176	-.125	.122	.523	.158	-.143	-.124
	Sig.	.781	.107	.682	.103	.107	.012	.017	.579	.125	.001	.000	.208	.371	.386	.000	.259	.308	.375
	N	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53
Máx Inverno	Correl	.044	-.121	.055	.027	.021	.137	.299	.059	-.289	.427	.380	.100	-.118	.171	.372	.067	-.175	-.260
	Sig.	.753	.387	.698	.849	.884	.329	.030	.676	.036	.001	.005	.476	.400	.221	.006	.632	.210	.060
	N	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53
Máx Verão	Correl	.073	-.059	.050	-.103	-.016	.084	.259	-.035	-.223	.416	.407	.164	-.021	.218	.274	.007	-.211	-.270
	Sig.	.605	.675	.724	.463	.912	.548	.061	.801	.109	.002	.002	.242	.881	.116	.047	.958	.129	.050
	N	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53
Méd Inverno 030507	Correl	.080	-.143	.053	.067	.073	.210	.354	-.006	-.332	.541	.568	.247	-.055	.274	.526	.121	-.263	-.336
	Sig.	.568	.306	.706	.633	.602	.131	.009	.967	.015	.000	.000	.075	.697	.047	.000	.390	.057	.014
	N	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53
Méd Verão 030507	Correl	.133	-.214	.084	-.075	.090	.221	.363	-.035	-.271	.568	.620	.101	-.179	.113	.323	.020	-.278	-.314
	Sig.	.341	.124	.550	.592	.522	.112	.008	.805	.050	.000	.000	.472	.200	.420	.018	.888	.044	.022
	N	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53
Mín Inverno 030507	Correl	-.023	.066	-.017	.178	.023	.098	.157	-.015	-.191	.234	.268	.405	.230	.412	.529	.179	-.124	-.169
	Sig.	.871	.640	.902	.203	.870	.485	.262	.916	.170	.091	.052	.003	.097	.002	.000	.201	.376	.226
	N	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53
Mín Verão 030507	Correl	.096	-.154	.053	.087	.114	.258	.361	-.033	-.307	.549	.626	.285	-.031	.278	.551	.139	-.275	-.312
	Sig.	.492	.271	.707	.537	.417	.062	.008	.817	.025	.000	.000	.038	.828	.044	.000	.323	.047	.023
	N	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53
Máx Inverno 030507	Correl	.072	-.076	.043	-.050	-.032	.074	.253	-.009	-.271	.393	.338	.107	-.069	.182	.287	.041	-.203	-.292
	Sig.	.610	.590	.758	.720	.820	.596	.067	.949	.050	.004	.013	.447	.622	.192	.037	.772	.146	.034
	N	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53
Máx Verão 030507	Correl	.094	-.098	.060	-.140	-.007	.091	.258	-.040	-.207	.417	.410	.085	-.089	.135	.194	-.023	-.213	-.263
	Sig.	.501	.486	.669	.317	.962	.519	.062	.776	.136	.002	.002	.544	.526	.336	.165	.873	.126	.057
	N	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Correlações significativas – Sig.< 0,05

Tabela VI.6 – Outputs da análise à variável de resposta Temperatura.

MÉDIAS DE VERÃO

Variable	Importance	-gcv
DISTMONSANTO	100.00000	0.46749
DISTRIO	72.78196	0.37656
DISTCENTROGEOMLX	55.61247	0.33394

N: 53.00

R-SQUARED: 0.75890

MEAN DEP VAR: 22.38870

ADJ R-SQUARED: 0.72140

UNCENTERED R-SQUARED = R-0 SQUARED: 0.99977

MÁXIMAS DE VERÃO

Variable	Importance	-gcv
DISTMONSANTO	100,00000	0,44263
DISTRIO	55,39023	0,35853

N: 53,00

R-SQUARED: 0,58804

MEAN DEP VAR: 28,13551

ADJ R-SQUARED: 0,55371

UNCENTERED R-SQUARED = R-0 SQUARED: 0,99974

MÍNIMAS DE VERÃO

Variable	Importance	-gcv
DISTRIO	100,00000	0,22233
ÁREAEDIFICADA	67,11087	0,16380
DISTMONSANTO	41,35363	0,13404

N: 53,00

R-SQUARED: 0,72775

MEAN DEP VAR: 17,35818

ADJ R-SQUARED: 0,71108

UNCENTERED R-SQUARED = R-0 SQUARED: 0,99972

MÉDIAS DE VERÃO 2003, 2005, 2007

Variable	Importance	-gcv
DISTMONSANTO	100,00000	0,24253
DISTRIO	67,91022	0,19263

N: 53,00

R-SQUARED: 0,65977

MEAN DEP VAR: 22,64447

ADJ R-SQUARED: 0,63894

UNCENTERED R-SQUARED = R-0 SQUARED: 0,99979

MÍNIMAS DE VERÃO 2003, 2005, 2007

Variable	Importance	-gcv
DISTRIO	100,00000	0,16286
ÁREAEDIFICADA	44,49960	0,09382
ALTITUDE	1,46301	0,07679

N: 53,00

R-SQUARED: 0,75892

MEAN DEP VAR: 17,16741

ADJ R-SQUARED: 0,74416

UNCENTERED R-SQUARED = R-0 SQUARED: 0,99981

MÁXIMAS DE VERÃO 2003, 2005, 2007

Variable	Importance	-gcv
DISTMONSANTO	100,00000	0,53687
DISTRIO	57,92145	0,42081
DISTCENTROGEOMLX	19,19450	0,36864

N: 53,00

R-SQUARED: 0,65907

MEAN DEP VAR: 28,23204

ADJ R-SQUARED: 0,61460

UNCENTERED R-SQUARED = R-0 SQUARED: 0,99977

Tabela VI.6 – Outputs da análise à variável de resposta Temperatura (continuação).

MÉDIAS DE INVERNO

Variable	Importance	-gcv
DISTRIO	100,00000	0,28300
DISTMONSANTO	84,83823	0,24981

=====

N: 53,00

MEAN DEP VAR: 14,61758

ADJ R-SQUARED: 0,71881

UNCENTERED R-SQUARED = R-0 SQUARED: 0,99954

R-SQUARED: 0,74044

MÁXIMA DE INVERNO

Variable	Importance	-gcv
DISTMONSANTO	100,00000	0,28362
DISTRIO	72,48241	0,19021
ÁREAVEVERDE	15,68188	0,09166
ÁREAEDIFICADA	14,87662	0,09117

=====

N: 53,00

MEAN DEP VAR: 19,57504

ADJ R-SQUARED: 0,86418

UNCENTERED R-SQUARED = R-0 SQUARED: 0,99989

R-SQUARED: 0,88246

MÍNIMA DE INVERNO

Variable	Importance	-gcv
DISTRIO	100,00000	0,75467
DISTMONSANTO	79,03481	0,63313
ÁREAVEVERDE	41,76960	0,48736
DECLIVE	12,39763	0,43584

=====

N: 53,00

MEAN DEP VAR: 10,68726

ADJ R-SQUARED: 0,63315

UNCENTERED R-SQUARED = R-0 SQUARED: 0,99786

R-SQUARED: 0,66842

Tabela VI.7 – Outputs da análise à variável de resposta Morbidade.

MORBILIDADE ANOS QUENTES – TEMPERATURAS ANOS QUENTES

15 – 24 ANOS

Variable	Importance	-gcv
MéDINVERNO_2003_2005_2007	100.00000	1.10375
MiNINVERNO_2003_2005_2007	86.56795	0.98694
MáXVERão_2003_2005_2007	83.41323	0.96195
DISTRIO	70.65966	0.87036
DISTMONSANTO	70.35506	0.86836
MáXINVERNO 2003 2005 2007	48.86418	0.74893

=====

N: 53.00

R-SQUARED: 0.74032

MEAN DEP VAR: 5.11967

ADJ R-SQUARED: 0.69992

UNCENTERED R-SQUARED = R-0 SQUARED: 0.98835

+ 75 ANOS

Variable	Importance	-gcv
DISTRIO	100.00000	93.80534
ÁREAEDIFICADA	81.74803	82.84724
MáXINVERNO_2003_2005_2007	49.55568	68.88403
MéDVERão_2003_2005_2007	33.13020	64.39756
DISTMONSANTO	30.75217	63.89573

=====

N: 53.00

R-SQUARED: 0.70950

MEAN DEP VAR: 20.11530

ADJ R-SQUARED: 0.66431

UNCENTERED R-SQUARED = R-0 SQUARED: 0.94308

Tabela VI.7 – Outputs da análise à variável de resposta Morbidade (continuação).

MORBILIDADE ANOS QUENTES – TEMPERATURAS SÉRIE TEMPORAL

5 – 14 ANOS

Variable	Importance	-gcv
DISTCENTROGEOMLX	100.00000	2.51535
ÁREAEDIFICADA	72.08536	2.15087
Méd_VERAO	70.17602	2.13026
MáX_INVERNO	47.48236	1.92766
ALTITUDE	20.42992	1.78827

N: 53.00

MEAN DEP VAR: 5.89753

R-SQUARED: 0.78110

ADJ R-SQUARED: 0.75254

UNCENTERED R-SQUARED = R-0 SQUARED: 0.97553

15 – 24 ANOS

Variable	Importance	-gcv
DISTRIO	100.00000	1.22216
MáX_VERÃO	44.39259	0.75818
MáX_INVERNO	41.16903	0.74224
ÁREAEDIFICADA	25.93178	0.68316

N: 53.00

MEAN DEP VAR: 5.11967

R-SQUARED: 0.71462

ADJ R-SQUARED: 0.67739

UNCENTERED R-SQUARED = R-0 SQUARED: 0.98719

MORBILIDADE ANOS QUENTES – TEMPERATURAS MÉDIAS MENSAIS

5 – 14 ANOS

Variable	Importance	-gcv
FEV_Méd	100.00000	2.30662
ÁREAEDIFICADA	98.48899	2.29189
DISTCENTROGEOMLX	62.18981	2.00543
ÁREAVERDE	42.12140	1.90261

N: 53.00

MEAN DEP VAR: 5.89753

R-SQUARED: 0.72879

ADJ R-SQUARED: 0.70619

UNCENTERED R-SQUARED = R-0 SQUARED: 0.96968

15 – 24 ANOS

Variable	Importance	-gcv
JUN_Méd	100.00000	1.02699
OUT_MAX	65.17648	0.81473
JAN_Méd	61.12177	0.79583
DISTRIO	59.69080	0.78945
NOV_MAX	51.57030	0.75611
DISTMONSANTO	42.61623	0.72499

N: 53.00

MEAN DEP VAR: 5.11967

R-SQUARED: 0.78781

ADJ R-SQUARED: 0.74339

UNCENTERED R-SQUARED = R-0 SQUARED: 0.99048

25 – 34 ANOS

Variable	Importance	-gcv
DISTRIO	100.00000	7.62525
DISTCENTROGEOMLX	65.73154	5.83626
OUT_MAX	64.80884	5.79832
ÁREAEDIFICADA	49.61941	5.25082
ABR_MAX	47.85956	5.19678
DISTMONSANTO	29.22676	4.74434

N: 53.00

MEAN DEP VAR: 9.52792

R-SQUARED: 0.71539

ADJ R-SQUARED: 0.67111

UNCENTERED R-SQUARED = R-0 SQUARED: 0.97725

Tabela VI.7 – Outputs da análise à variável de resposta Morbidade (continuação).

35 – 44 ANOS

Variable	Importance	-gcv
FEV_MAX	100.00000	2.92149
MAI_MIN	96.82644	2.83065
DISTRIO	89.33217	2.62775
OUT_MAX	77.68864	2.34492
DISTMONSANTO	48.82428	1.81382
EXPOSIÇÃO	36.12981	1.65698

=====

N: 53.00R-SQUARED: 0.81387

MEAN DEP VAR: 7.80594ADJ R-SQUARED: 0.76955

UNCENTERED R-SQUARED = R-0 SQUARED: 0.99232

MORBILIDADE 2003 – TEMPERATURAS ANOS QUENTES

5 – 14 ANOS

Variable	Importance	-gcv
ÁREAEDIFICADA	100.00000	2.11304
MáX_INVERNO	74.64037	1.92492
Méd_INVERNO	68.65340	1.88849
DISTRIO	35.24875	1.74106

=====

N: 53.00R-SQUARED: 0.69801

MEAN DEP VAR: 5.81120ADJ R-SQUARED: 0.66588

UNCENTERED R-SQUARED = R-0 SQUARED: 0.97243

+ 75 ANOS

Variable	Importance	-gcv
DISTRIO	100.00000	70.10159
Méd_INVERNO	60.27249	50.63045
Mín_INVERNO	38.49509	44.05294
ÁREAEDIFICADA	30.60068	42.38488
DISTMONSANTO	24.03544	41.28797

=====

N: 53.00R-SQUARED: 0.81086

MEAN DEP VAR: 14.79651ADJ R-SQUARED: 0.77648

UNCENTERED R-SQUARED = R-0 SQUARED: 0.94473

MORBILIDADE 2003 – TEMPERATURAS JUL-SET 2003 (ONDA DE CALOR)

5 – 14 ANOS

Variable	Importance	-gcv
Méd_JULSET2003	100.00000	1.91812
DISTCENTROGEOMLX	94.29735	1.83065
ÁREAEDIFICADA	82.90484	1.67127
ALTITUDE	44.28611	1.28347

=====

N: 53.00R-SQUARED: 0.80239

MEAN DEP VAR: 5.81120ADJ R-SQUARED: 0.78137

UNCENTERED R-SQUARED = R-0 SQUARED: 0.98196

+ 75 ANOS

Variable	Importance	-gcv
ÁREAEDIFICADA	100.00000	65.44459
DISTMONSANTO	64.23733	48.26266
DISTRIO	63.15550	47.85951

=====

N: 53.00R-SQUARED: 0.73115

MEAN DEP VAR: 14.79651ADJ R-SQUARED: 0.70874

UNCENTERED R-SQUARED = R-0 SQUARED: 0.92144

Tabela VI.7 – Outputs da análise à variável de resposta Morbilidade (continuação).

MORBILIDADE 2003 – TEMPERATURAS MÉDIAS MENSAIS		
5 – 14 ANOS		
Variable	Importance	-gcv
DISTCENTROGEOMLX	100.00000	1.98278
JAN Méd	90.66917	1.90914
ÁREAEDIFICADA	70.86535	1.77673
ÁREAVERDE	47.21265	1.66114
AGO Méd	18.76874	1.58346
=====		
N: 53.00	R-SQUARED: 0.72900	
MEAN DEP VAR: 5.81120	ADJ R-SQUARED: 0.70017	
UNCENTERED R-SQUARED = R-0 SQUARED: 0.97526		

Tabela VI.8– Outputs da análise à variável de resposta Mortalidade.

MORTALIDADE 2003 – TEMPERATURAS MÉDIAS MENSAIS

0 – 4 ANOS

Variable	Importance	-gcv
JUN_MIN	100.00000	0.01375
ABR_MIN	94.68851	0.01265
FEV_Méd	94.68802	0.01265
MAI_Méd	82.75069	0.01042
DISTCENTROGEOMLX	63.56715	0.00746
MAR_MIN	50.86109	0.00592
ÁREAVERDE	4.77048	0.00322

=====

N: 53.00

MEAN DEP VAR: 0.01655

R-SQUARED: 0.84176

ADJ R-SQUARED: 0.80409

UNCENTERED R-SQUARED = R-0 SQUARED: 0.84768

5 – 14 ANOS

Variable	Importance	-gcv
DISTMONSANTO	100.00000	0.00091
ÁREAEDIFICADA	36.72844	0.00038
SET_MIN	33.57429	0.00036
DISTRIO	32.85391	0.00036
ÁREAVERDE	23.61685	0.00033
DECLIVE	23.46768	0.00033
DISTCENTROGEOMLX	15.81969	0.00031

=====

N: 53.00

MEAN DEP VAR: 0.00506

R-SQUARED: 0.74803

ADJ R-SQUARED: 0.70884

UNCENTERED R-SQUARED = R-0 SQUARED: 0.75855

35 – 44 ANOS

Variable	Importance	-gcv
MAR_MAX	100.00000	0.03860
ABR_MIN	99.63262	0.03844
DISTCENTROGEOMLX	73.79053	0.02844
FEV_MAX	68.38045	0.02673
NOV_MAX	41.97865	0.02023
ÁREAEDIFICADA	37.86501	0.01950

=====

N: 53.00

MEAN DEP VAR: 0.08738

R-SQUARED: 0.73815

ADJ R-SQUARED: 0.68334

UNCENTERED R-SQUARED = R-0 SQUARED: 0.79992